



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ilkka Ista

TESTILAITTE TP800- ja VP800- MODUULEILLE

Tekniikka ja liikenne

2012

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoulun valvomana ABB Oy:n Power Generation-yksikölle. ABB Oy:n puolelta ohjauksesta vastasi teknologiavastaava Peter Huggare.

Vaasan ammattikorkeakoulusta ohjaavana opettajana toimi lehtori Olli Tuovinen. Nämä henkilöt ovat opastaneet opinnäytetyössä ja haluan osoittaa heille suuret kiitokset.

Haluan osoittaa kiitokset myös kaikille minua auttaneille henkilöille ABB Oy:n Power Generation-yksikössä.

Vaasassa 5.5.2012

Ilkka Ista

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Ilkka Ista
Opinnäytetyön nimi	Testilaitte TP800 ja VP800 moduuleille
Vuosi	2012
Kieli	suomi
Sivumäärä	39 + 7 liitettä
Ohjaaja	Olli Tuovinen

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella ja toteuttaa testilaitte turbiinimoduuleille TP-800 ja VP800. Laitteen tarkoitus oli pystyä simuloimaan erilaisia turbiinille olennaisia testejä. Tällaisia testejä ovat mm. ryntäyssuoja- ja turbiinin pyörimisnopeus polttoaineventtiilin asemaan nähden perustuvat testit.

Opinnäytetyön teoreettisessa osuudessa käydään läpi testilaitteen toimintoja kaasuturbiinin näkökulmasta. Testilaitte tuli toteuttaa käyttämällä ohjelmoitavaa logiikkaa. Ohjelmoitavaksi logiikaksi valikoitui ABB Oy:n valmistama AC500-sarjan Plc. Lähes kaikki testilaitteen toteuttamiseen tarvittavat komponentit löytyivät AC500- sarjasta. Vain ohjauspaneeli valikoitui ABB Oy:n CP600-sarjan valikoimasta.

Testilaitte onnistuttiin toteuttamaan vaatimusten mukaiseksi. Myös laitteen jatkokehitys tulevaisuudessa on mahdollista.

ABSTRACT

Author	Ilkka Ista
Title	Testing Device for TP800 and VP800 Modules
Year	2012
Language	Finnish
Pages	39 + 7 Appendices
Name of Supervisor	Olli Tuovinen

The objective of this thesis was to design and develop testing device for turbine modules TP800 and VP800. The main purpose of this device was to simulate different kind of tests which are relevant for the turbine. For example, overspeed and speed based on valve position are this kind of tests.

The theoretical part of this thesis deals with the features of a testing device from perspective of a gas turbine. The device was to be implemented with a programmable logic controller. The chosen programmable logic controller was a AC500 - series plc by ABB. Almost every required component was of AC500 series. Only the control panel was from ABB CP600 series.

The testing device developed meets the demands of this thesis. In the future further development of this device is also possible

KÄYTETYT LYHENTEET JA TERMIT

CAD	Computer aided design, Tietokoneavusteinen suunnitteluohjelma
CB	Circuit Braker, Katkaisija
CPU	Central Prosesing Unit, Prosessori
Hz	Hertzi, taajuuden yksikkö
IO	Input/Output, sisään-/ulostulo
LVDT	Linear Variable Differential Transformer, Lineaarinen differentiaali- limuuntaja
PID	Proportional-integral-derivative-säädin
Plc	Programmable logic controller, Ohjelmoitava logiikka
PWM	Pulse width modulation, Pulssinleveysmodulaatio
Rpm	Revolutions per minute, Kierroksia minuutissa
RVDT	Rotary Variable differential transformer, Pyörivä differentiaali- muuntaja

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	ABB OY:N ESITTELY	7
3	YLEISTÄ KAASUTURBIINIVOIMALOISTA	8
3.1	Kaasuturbiinin toimintaperiaate	8
3.2	Turbiinin suojaus	9
3.3	Ryntäyssuoja	10
4	TP800- JA VP800-TURBIINIMODUULIT	12
4.1	TP800 turbiinin suojamoduuli	13
4.2	VP800 toimilaitteen asennointi	13
5	TESTILAITTE	15
5.1	Vaatimukset testilaitteen toiminnallisuudelle	Error! Bookmark not defined.
6	SUUNNITELU JA VALMISTUS	17
6.1	Komponenttien valinta	17
6.2	Ohjelmointi	20
6.3	Piirikaaviot	23
7	TESTILAITTEEN TOIMINTOJEN ESITTELY	24
7.1	Turbiinin ryntäyssuojat	24
7.2	Venttiilinasemointit	27
8	LAITTEEN TOIMINNAN TESTAUS	32
8.1	Hardware-testaukset	32
8.2	Signaalitestaus laboratoriossa	33
8.3	Turbiinimoduulit	34
9	LOPPUPÄÄTELMÄT	37
9.1	Hyödyt	37
9.2	Yhteenveto	37
	LÄHTEET	39
	LIITTEET	

LIITELUETTELO

LIITE 1. TP800 – Turbine Protection 800 Series Turbine Modules

LIITE 2. VP800 – Valve Positioner 800 Series Turbine Modules

LIITE 3. Osaluettelo

LIITE 4. Plc_prg-pääohjelma

LIITE 5. Turbine Speed Signal Function Block

LIITE 6. VP Function Block

LIITE 7. Piirikaaviot

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa testilaitte ABB Oy:n valmistamille 800 -sarjan turbiinimoduuleille TP800 ja VP800. Testilaitteen avulla on tarkoitus havaita turbiinimoduuleiden mahdolliset viat ja muut ongelmat jo testausvaiheessa. Tarkoitus on myöskin pystyä todentamaan asiakkaille laitteiden toiminnallisuus jo testivaiheessa sekä antaa asiakkaille mahdollisuus olla itse mukana testaamassa moduuleiden toimivuutta.

Itse testilaitte tuli toteuttaa ABB Oy:n valmistamalla AC500-logiikkaperheen komponenteilla. Testilaitteella tuli pystyä simuloimaan erilaisia ryntäyssuojatestejä sekä venttiilinasemointiin liittyviä testejä.

Periaatteessa opinnäytetyössä tullaan käsittelemään 3:a osa-aluetta. Turbiinin suojausta, testilaitetta ja testaustuloksia.

Työ toteutettiin ABB Oy:n Vaasan Power Generation-yksikölle.

2 ABB OY:N ESITTELY

ABB muodostettiin tammikuussa 1988 sulauttamalla yhteen ruotsalaisen Asean ja sveitsiläisen Brown Boverin sähkötekniset liiketoiminnot. Tällä hetkellä ABB on johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä.

ABB OY toimii noin 100 maassa ja yhtiön palkkalistoilla on noin 134 000 henkilöä.

Vuonna 2011 yhtiön palkkalistoilla oli palveluksessa keskimäärin 6800 henkilöä noin 40 paikkakunnalla. Vuonna 2011 saatuja tilauksia 2335 M€ ja liikevaihto noin 2348 M€. Molemmissa tapauksissa muutos vuoteen 2010 verrattuna oli positiivinen.

ABB Oy:llä on 5 ydinliiketoimintaa eli niin sanottua divisioonaa. Sähkökäytöt ja kappaletavara-automaatio, joka tarjoaa energia- ja tuotantotehokkuutta lisääviä tuotteita. Pienjännitetuotteet, jossa valmistetaan mm. pienjännitekatkaisijoita ja ohjaus- ja valvontakojeita. Prosessiautomaatio-divisioonassa taas luodaan energia-tehokkuutta ja tuottavuutta parantavia palveluita ja järjestelmiä. Luotettavassa voimansiirrossa ja sähkönjakelussa avainasemassa on sähkövoimatuotteet. Sähkövoimajärjestelmät taas tarjoaa voimansiirtoon ja sähkönjakeluun liittyviä järjestelmiä ja palveluita.

ABB Power Generation, joka kuuluu sähkövoimajärjestelmät-divisioonaan on johtava tuottaja sähkö- ja automaatioteknisissä, jotka perustuu tavanomaiseen ja uusiutuvaan voimantuotantolaitoksiin. Power Generation toimii noin 50 maassa ja koko ABB:n toiminnasta sillä on noin 10 % osuus.

Suomessa tyypillisimpiä voimaloita, joille Power Generation tarjoaa erilaisia ratkaisuja, ovat höyry- ja kaasuturbiinivoimalat sekä diesel- ja vesivoimalat. /1/

3 YLEISTÄ KAASUTURBIINIVOIMALOISTA

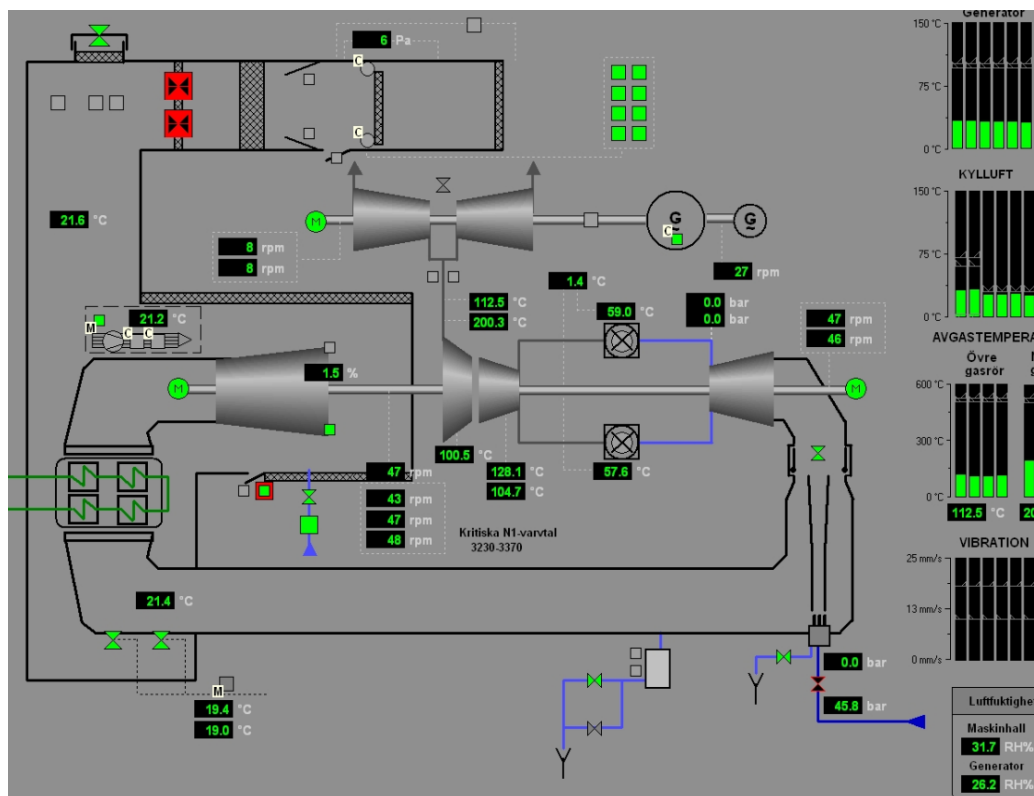
Tässä työssä tullaan käyttämään esimerkkinä erästä kaasuturbiinilaitosta (**Kuva 1.**) ja siihen liittyviä suojauksia ja mittauksia. Tätä esimerkkiä käytämme siksi, että siinä on kaikki oleellinen testilaitteen vaatimusten kannalta.

Kaasuturbiini on lämpövoimakone, jossa kaasu- tai nestemäistä polttoainetta polttokammiossa polttamalla käytetään turbiinia, joka on yhdistetty akselilla ilmaa polttokammioon puristavaan ahtimeen /2/.

3.1 Kaasuturbiinin toimintaperiaate

Kaasuturbiinissa on periaatteessa toiminnan kannalta 3 pääkomponenttia. Kompressor eli ahdin, polttokammio sekä turbiini. Polttoainetta ruiskutetaan suurella paineella polttokammioon ja sytytetään kipinällä. Kompressor pakkaa ilmaa ja puristaa sitä polttokammioihin, että polttoaine palaisi suurella paineella ja että kaasut purkautuisivat turbiiniin. Turbiini puolestaan pyörittää akselin välityksellä kompressoria.

Turbiinin johdesiivet ohjaavat pakokaasuvirtausta optimaalisesti parhaan mahdollisen hyötysuhteen takaamiseksi kohti juoksusiivistöä, nostamalla samalla virtauksen nopeutta. Virtauksen noustessa paine ja lämpötila laskevat. Seuraavaksi virtaus kohdistuu juoksusiivistöön, joka rupeaa pyörittämään turbiinia. Turbiinin pyörimisnopeutta säädetään polttoaineventtiilillä, jota avataan ja suljetaan halutun kierrosnopeuden saavuttamiseksi. Tätä säädettyä polttoaineventtiiliä ohjaa VP800-toimilaitteennoitinmoduuli, josta myöhemmin kerrotaan lisää. Aikaan saatu pyörimisliike muutetaan akselin välityksellä generaattorissa sähköiseksi tehoksi.



Kuva 1. Kaasuturbiinilaitoksen periaatekaavio.

3.2 Turbiinin suojaus

Turbiinin suojaukseen käytetään monenlaisia komponentteja ja mittauksia, kuten kuvasta 1 voimme todeta. Kuvassa näkyy lämpötila-, kierrosnopeus-, värinä- ja painemittauksia.

Suojauksista tässä opinnäytetyössä käsitellään vain testilaitteelle olennaista ryntäyssuojaa.

3.3 Ryntäyssuoja

Ryntäyssuojan toiminnan määräävä tekijä on turbiinin nimellisyörimisnopeus. Ryntäyssuojan tarkoituksena on estää turbiinia pyörimästä nopeampaa kuin sen nimellisyörimisnopeus lisättynä sallitulla ylityksellä. Jos turbiini pyörii liian nopeasti, voi se rikkoutua, ja saarekekäytössä se voi myös aiheuttaa ongelmia sähköverkkoon.

Ryntäyssuojia on pääsääntöisesti kahdenlaisia. Yleensä käytetään sekä mekaanista että sähköistä ryntäyssuojaa. Nämä suojat ovat yleensä sarjassa siten, että sähköinen suoja laukeaa ensiksi, mutta jos tämä kuitenkin pettää, eli on mekaaninen suoja vielä varmistamassa turbiinin pysähdyksiin ajamisen. Suojausmoduuli TP800 (myöhemmin lisää) on turbiinin sähköinen ryntäyssuoja.

Voimaturbiinin kierroksia on aina mittaamassa ja suojaamassa jokin laite. Mittaus hoidetaan usein induktiivisella anturilla, joka asennetaan mittaamaan akselin ulkokehän hampaista tulevia pulsseja. Käytännössä se antaa pulssin takaisinkytkentänä, joka kerta kun hammas on anturin kohdalla. Pyörimisnopeuden selvittämiseksi on tiedettävä hampaiden lukumäärä.

Esimerkiksi jos rattaassa on 40 hammasta ja takaisinkytkentänä tulee tieto, että anturilta tulee 80 pulssia sekunnissa, voidaan päätellä, että turbiini pyörii 2 kierrosta sekunnissa, ja jos kerromme sen edelleen 60 sekunnilla saamme turbiinin pyörimisnopeudeksi 120 kierrosta minuutissa eli 120 rpm. Mikäli turbiinin pyörimisnopeus on 3000 rpm ja muuntamalla pyörimisnopeus ”kierrosta sekunneiksi” jakamalla 60 s:lla saadaan 50 kierrosta sekunnissa. Nyt kertomalla tämä saatu luku hampaiden lukumäärällä esim. 40, saamme pulssitaajuuden. Tässä tapauksessa pulssitaajuus on 2000 Hz, eli 2000 pulssia sekunnissa. 20 hampaalla saman nimellisyörimisnopeuden saamiseksi taajuus olisi 1000 Hz.

Pyörimisnopeuden mittalaitteelle on myös asetettava tieto hampaiden lukumäärästä, jotta se osaa laskea kierrosnopeuden. Suojan toiminnan kannalta tärkeitä parametreja ovat myös nimelliskierrosnopeus ja sallittu nopeuden ylitys, joka TP800-moduulissa asetetaan prosentteina. Tämä tarkoittaa sitä, että jos nimellisnopeus on

esimerkiksi 3000 rpm ja sallittu ylitys 10 %, ryntäyssuoja laukeaa kun kierrokset ovat 3300 rpm.

Usein näitä suojauksia on enemmän kuin 1. Esimerkiksi kuvassa 1 voimaturbiinin pyörimisnopeusmittauksia on kaksi (kuvassa ylimpänä vasemmalla olevat rpm-mittaukset). Tämä yleensä tarkoittaa sitä, että suojausmoduuleitakin on 2. Näin saadaan parannettua nopeusmittauksen luotettavuutta ja voidaan valvoa laitteiden toimivuutta.

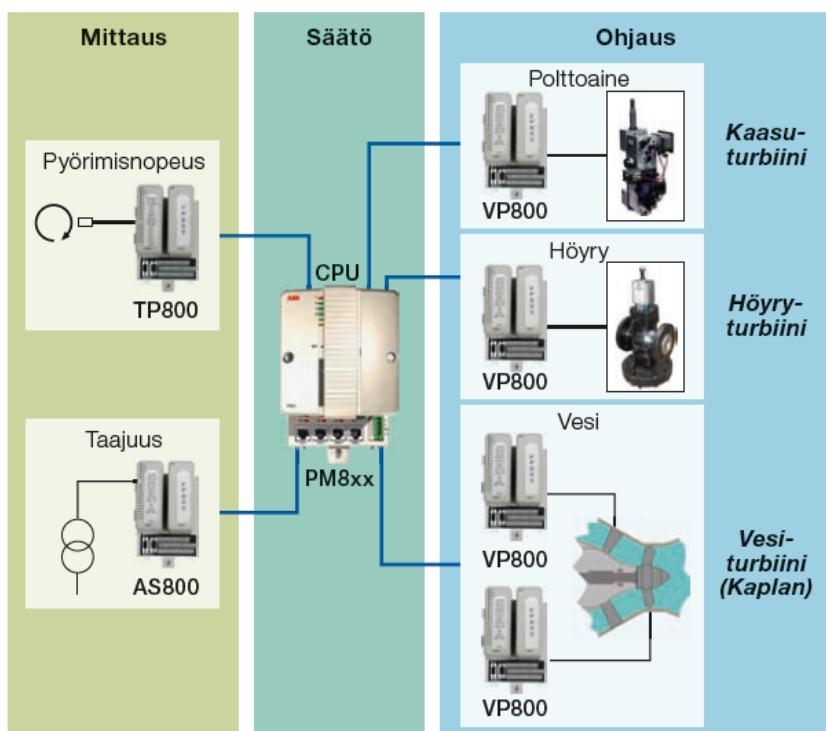
Kaksi kolmesta suojauksessa (2003) moduuleita ja antureita on 3. Tämä suojaus toimii siten, että vasta kun 2 näistä 3 moduulista on ylittänyt sallitun ylityksen, putoaa turbiini käytöstä. Tämäkin mittaus on moduuleiden ja takaisinkytkentään-
tureiden toimivuuden varmistamista. Tämä konfiguraatio mahdollistaa myös yksittäisen suojan testaamisen käytön aikana. Jos kaikki mittaukset ovat kunnossa, pitäisi kierroslukujenkin näyttää samaa arvoa.

4 TP800- JA VP800-TURBIINIMODUULIT

TP800, VP800 ja AS800 kuuluvat ns. turbiinimoduuleiden sarjaan. Sarjaan kuuluva AS800 on taajuusmittaus- ja tahdistusmoduuli, mutta tämän työn kannalta epäolennainen, joten se jääköön vain mainitsemisen arvoiseksi asiaksi. Sarjaan kuuluu vielä keskusyksikkö PM8xx.

Turbiinisäätö suoritetaan keskitetysti keskusyksikössä ja turbiinimoduulit muodostavat prosessirajapinnan. Itse turbiinisäätö tapahtuu CPU:ssa (**Kuva 2**, säätö-osuus) ja turbiinimoduulit toimivat lähinnä prosessirajapintana (**Kuva 2**, mittaus- ja ohjausosuudet)/3/.

ABB:n turbiinisäätö on modulaarinen ratkaisu, joka perustuu mittaus-, säätö- ja ohjausosuuksiin. Turbiinisäätöratkaisu skaalautuu eri tarpeisiin toiminnallisuuden ja käytettävyyden mukaan. Ratkaisu koostuu turbiinisäätöä varten kehitetyistä ns. turbiinimoduuleista: TP800 (pyörimisnopeusmittaus ja turbiinisuojaus), AS800 (taajuusmittaus ja tahdistus), VP800 (toimilaitteen asennointi) sekä keskusyksiköstä (PM8xx) /3/.



Kuva 2. Toimintakaavio

4.1 TP800-turbiinin suojamoduuli

TP800 (**Kuva 3**) on pyörimisnopeusmittausta ja turbiininsuojausta varten kehitetty suojausmoduuli. Tärkeimpänä ominaisuutenaan jo aiemmin mainittu ryntäys-suoja, mutta moduulia käytetään myös koneen kierrosnopeuden säätöön nopean laskentaominaisuuden ansiosta. Moduuli laskee pyörimisnopeutta 4 ms:n välein (LIITE 1). Laite voi toimia joko itsenäisenä yksikanavaisena järjestelmänä, 1oo2- tai 2oo3 konfiguraationa.

4.2 VP800-toimilaitesennointin

Tarkka ja nopea toimilaitesennointi on yhtä tärkeä osa turbiinisäätöä kuin pyörimisnopeusmittaus. Höyryventtiilien (höyryturbiinit), polttoaineventtiilien (kaasuturbiinit) ja johtopyörän sekä juoksupyörän asennointi (vesiturbiinit) suoritetaan siihen tarkoitukseen kehitetyllä VP800- (**Kuva 4**) asennointimoduulilla. Asennointimoduuli on varustettu sisäisellä oskillaattorilla ja demodulaattorilla, joka mahdollistaa suoran kytkennän LVDT (Linear Voltage Differential Transducer) -tyyppisiin asentoantureihin. Vaihtoehtoisesti asennointimoduuliin voidaan myös kytkeä 4–20 mA asentotakaisinkytkentä /3/.

Moduulilla ohjataan pääventtiiliä tai pää- ja pilottiventtiiliä riippuen tarpeesta. Moduuleita voi olla myös kaksi rinnan, jolloin toinen moduuleista on ns. stand by-tilassa odottamassa. Jos päämoduuliin tulee jokin vika, siirtyy stand by-tilassa oleva moduuli ohjaamaan venttiiliä. Tämä siirtyminen kestää noin 20 ms.

Asennointimoduulista löytyy myös erilaisia kalibrointitoimintoja, joita voidaan tehdä joko käsin tai automaattisesti.



Kuva 3. TP800 turbiininsuojausmoduuli.



Kuva 4. VP800 toimilaitesenoitinmoduuli.

5 TESTILAITTE

Itse työn tarkoituksen oli suunnitella ja toteuttaa testilaitte näille edellä mainituille turbiinimoduulille. Testilaitte tuli toteuttaa käyttämällä ABB:n valmistamaa AC500-ohjelmoitavaa logiikkaa.

Tässä luvussa käydään läpi vaatimukset testilaitteen toiminnallisuudelle.

Yhden turbiinin nopeussignaalin simulointi. Tämä signaali simuloi turbiinin hammaspyörän anturilta tulevaa signaalia. Laitteen tulee pystyä antamaan ulos haluttu pulssimainen signaali yhdelle kanavalle.

Kolmen yksittäisen turbiinin nopeussignaalin simulointi. Tämän simuloinnin tarkoitus on muuten sama kuin edellisen, mutta nyt käytössä on 3 kanavaa, joista jokaiseen on asetettu oma pyörimisnopeuden arvo.

Kolmen identtisen nopeussignaalin simulointi. Tässä jokaista 3:a kanavaa ohjataan samanaikaisesti. Asetettu pyörimisnopeussignaali kohdistuu jokaiseen kanavaan identtisenä. Tämä toiminta simuloi turbiinin normaalia käyttäytymistä, kun mittaavia laitteita on 3.

Asetusarvo hammaspyörän hampaiden määrästä jokaiselle kanavalle. Testilaitteen on myös tiedettävä hampaiden lukumäärä, että se pystyy laskennallisesti toteuttamaan vastaavan taajuuden, kuin mitä TP800- moduuli on asetettu lukemaan.

Asetettava ramppi jokaiselle kanavalle. Kun turbiini käynnistyy ei sen kierrokset nouse välittömästi esimerkiksi 0:sta 3000:een kierrokseen minuutissa, vaan se seuraa sille asetettua ramppia. Testilaitteessa tuli olla myös tällainen asetusarvo.

Sähköinen ryntäyssuojatesti yhdelle kanavalle kerrallaan. Kaikkien 3:n kanavan ryntäyssuojat tuli pystyä testaamaan yksitellen.

Sähköinen ryntäyssuojatesti kaikille kolmelle kanavalle kerrallaan. Kaikkien 3:n kanavan ryntäyssuojat tuli pystyä testaamaan yhtä aikaa.

Kaksi kolmesta testi. Eli 2003 jolloin kaikkia 3:a kanavaa käytettäessä ryntäys-suojan tulee toimia vasta, kun 2 laitetta on havahtunut.

Manuaali pyörimisnopeuden asetusarvo kaikille kanaville. Kaikille kanaville tuli pystyä asettamaan pyörimisnopeuden arvo.

Manuaali pyörimisnopeuden lisää/vähennä-funktio kaikille kanaville. Kaikille kanaville tuli asentaa kytkin jolla voi käsin lisätä tai vähentää pyörimisnopeutta.

Toimilaitteennoitinmoduulilta (VP800) tulevan ohjaussignaalin lukeminen. Testilaitteen tuli ymmärtää VP800 lähettämän sähköisen signaalin perusteella haluttu venttiilin ajonopeus ja -suunta.

Venttiilin aseman simulointi perustuen toimilaitteennoittimen vaatimukseen. Laitteen tuli simuloida venttiilin asemointi 4...20 mA:n signaalilla toimilaitteennoittimen pyyntöön perustuen.

Turbiinin pyörimisnopeuden simulointi perustuen venttiilin asentoon. Kun tämä simulointi on kytkettynä päälle, pyörimisnopeus kasvaa tai laskee riippuen simuloidusta venttiilin asennosta.

6 SUUNNITELU JA VALMISTUS

Tässä luvussa, käydään läpi testilaitteen suunnitteluun ja valmistamiseen liittyviä valintoja ja haasteita. Ennen suunnitteluvaihetta tiedostettiin osa vaatimuksista testilaitteen toiminnallisuudelle ja, että testilaitte toteutetaan käyttämällä AC500-sarjan Plc:tä.

6.1 Komponenttien valinta

Testilaitteen komponenteista käydään läpi vain olennaisimmat kuten CPU, IO-kortit, PWM-kortit ja käyttöliittymä.

Syy ABB:n AC500 Plc-perheen käyttämiseen oli lähinnä se, että tehojen puolesta se riittää aivan mainiosti toteuttamaan testilaitteen vaatimukset. Tästä syystä ei olisi ollut mitään järkeä lähteä käyttämään esimerkiksi huomattavasti kalliimpaa AC800-sarjaa. Voisiko AC500:sta käyttää mahdollisesti joissain muissa projekteissa, oli myös yksi syy miksi valinta kohdistui tähän tuoteperheeseen.

Testilaitteen CPU:ksi valittiin AC500- sarjan PM573-ETH:n (**Kuva 5.**), koska kyseisestä CPU:sta löytyy tarpeeksi tehoja myös laitteen mahdollista jatkokehitystä varten.

Digitaali-sisääntulot ja digitaali-ulostulot hoidettiin kahdella DX522 Digital Input/Output-moduulilla. Tällaisessa kortissa on 8 digitaalista sisääntuloa ja 8 digitaalista lähtöä. Nopean laskennan jälkeen todettiin, että tarvittiin 2 korttia, koska 1:n kortin sisääntulot eivät olisi riittäneet kaikille tarvittaville sisääntulosignaaleille. Ulostulosignaaleja ei sen sijaan olisi tarvinnut yhtäkään, mutta kortin valinta perustui osittain myös mahdollisen jatkokehityksen tarpeisiin.

Analogisia signaaleja käsittelemään valittiin AX521 Analog Input/Output Moduulin. Tämä moduuli sisältää 4 analogista sisääntuloa sekä 4 analogista ulostuloa.

Mielenkiintoisin moduulin valinta oli CD522 Encoder and PWM-moduuli (**Kuva 6.**). Tällä moduulilla annetaan pulsseja pyörimisnopeuden simuloimiseksi. Vaihi-

toehtona tälle moduulille oli ulkoinen I/f muunnin kunnes huomattiin, että ABB:n 500-sarja sisältää tällaisen moduulin. Spesifikaatioita hieman tutkitkittua todettiin, että tämä sopii erittäin hyvin laitteen tarpeisiin.



Kuva 5. PM573-ETH CPU-yksikkö



Kuva 6. CD522 pwm-kortti.

Jokaiselle moduulille oli vielä valittava terminaali eli pohja, joista CPU käyttää omaa pohjaansa. Näissä CPU:n käyttämissä pohjissa on muutama vaihtoehto, joista valittiin TB521-ETH CPU- Terminal Basen. Tässä pohjassa on pari ylimääräistä väyläkorttipaikkaa. AX521:selle ja CD522:selle valittiin normaali TU516 I/O Terminal Unitin. DX522 TU532 I/O Terminal Unitin, joka on muuten samanlainen kuin TU516, mutta sen koskettimet kestävät 230 V AC jännitettä. Jokainen pohja sisälsi jousella varustetut riviliittimet.

Paneeliksi valikoitui ABB:n CP600 –sarjan CP620 (**Kuva 7.**). Kosketusnäytöllä varustettu pienikokoinen 4,3 tuuman TFT-näyttö osottautui käteväksi laitteeksi, mutta kosketuspinta-alaa olisi saanut olla hieman enemmän. Tarkkuus tässä näytössä oli 480 x 272 pikseliä. CP600-sarja on ABB:n uusin tuoteperhe paneelien osalta ja sarjasta löytyy kokoja 4,3 tuumasta 15 tuumaan asti.



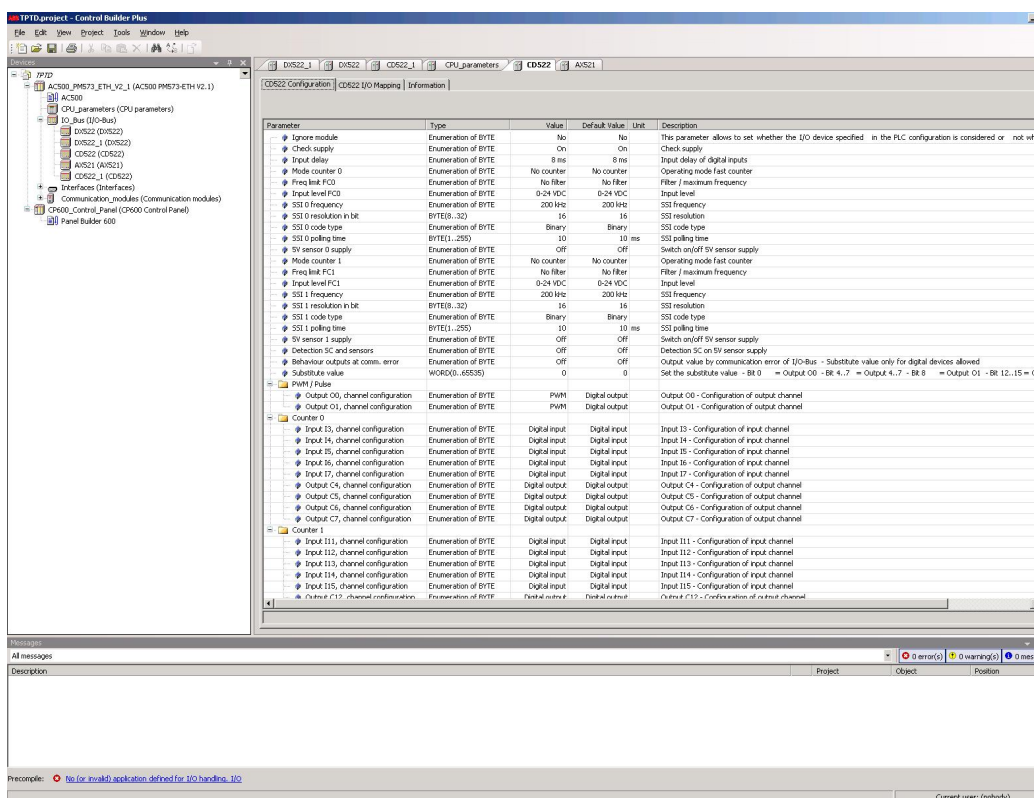
Kuva 7. CP620 ohjauspaneeli

Loput komponenteista löytyy osaluettelosta (LIITE 3).

6.2 Ohjelmointi

Ohjelmointi tapahtuu PS501 Control Builder Plus-ohjelmalla, joka soveltuu AC500 ja AC500-Eco ohjelmoitaville logiikoille. Control Builder Plus ohjelma (**Kuva 8.**) on periaatteessa kaksiosainen. Siinä on ns. konfiguraatio-osa, jossa ta-
pahtuu kaikki komponenttien valinnasta ohjelman käyttäytymisen määrittämiseen.

Itse ohjelmointi tapahtuu CoDeSys ver. 3.x ohjelmointiympäristössä (**Kuva 9.**).



Kuva 8. Control Builder Plus

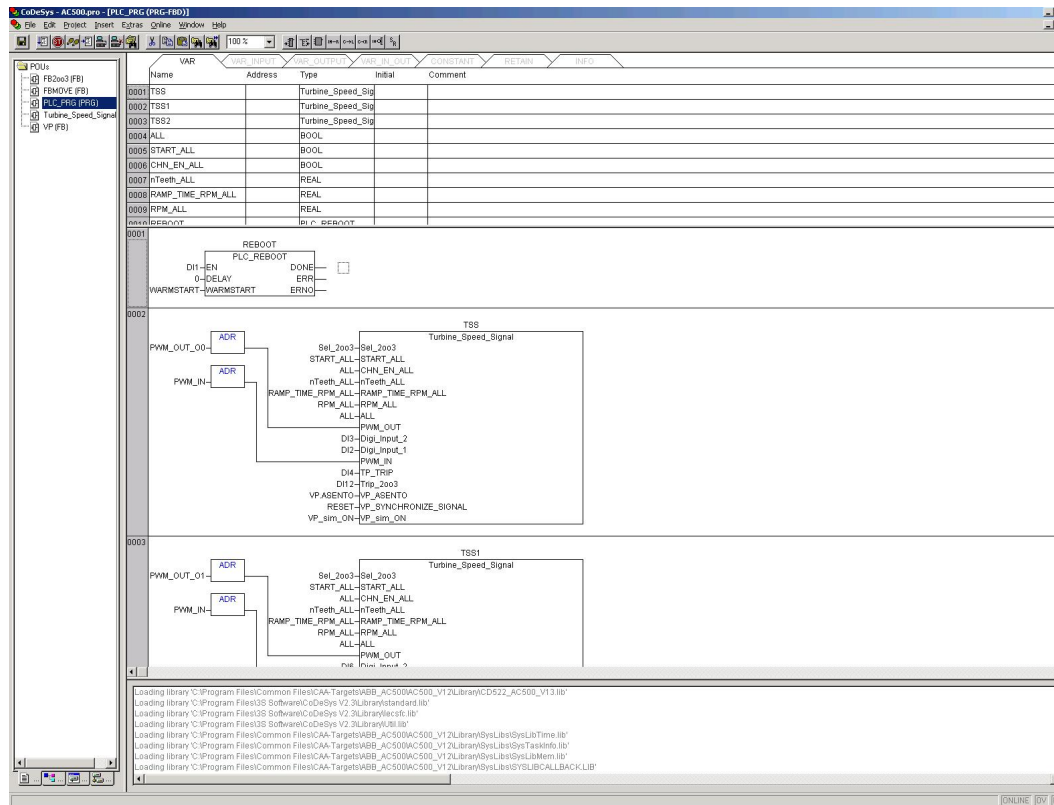
CoDeSys tulee sanoista Controller Development System. Yli 350 laitevalmistajaa käyttää tätä ohjelmointiympäristöä ja tämä täysin lisenssivapaa ohjelma löytyy ladattavaksi ilmaiseksi osoitteesta <http://www.3s-software.com>. Laitevalmistajakirjasto CoDeSys Device Directory:stä löytyy n. 400 laitetta, joita voidaan ohjelmoida CoDeSys-ohjelmointiympäristössä. Mainitsemisen arvoinen asia on myös ilmainen Oscan Open Source library, josta löytyy erittäin kattava ohjelmointilohkokirjasto. Tässäkin työssä on käytetty paria tuon kirjaston sisältämää lohkoa.

Kirjasto löytyy internetosoitteesta <http://www.oscat.de>. Ohjelmointiin CoDeSys käyttää IEC-61131-3 mukaisia ohjelmointikieliä.

- IL (Introduction List) eli käskylista
- ST (Structure Text) eli rakenteinen teksti
- LD (Ladder Diagram) eli tikapuu tai relekaavio-ohjelmointi
- SFC (Sequential Function Chart) eli vuokaavio-ohjelmointi
- FBD (Function Block Diagram) eli toimilohkokaavio
- CFC (Continuous Function Chart).

Tässä työssä päädyttiin käyttämään FBD-toimilohkokaaviota. Toimilohkokaavio on visuaalinen ohjelmointikieli, jossa toimilohkojen eli Function Blockkien sisään- ja ulostulot yhdistetään toisiinsa mahdollisuuksien mukaan, joko suoraan tai väliaikaisten muuttujien avulla. Ohjelmointi tapahtuu niin kutsuttujen Networkien sisällä, joita ohjelma suorittaa järjestyksessä ellei toisin ohjelmoida. CFC ei kuulu IEC-61131-3 ohjelmointikieliin, vaan se on laajennus FBD:hen. CFC-ohjelmointikielestä on myös visuaalinen, mutta kaikki lohkot kytketään toisiinsa suoraan, eikä tämä ohjelmointi tapahdu Networkkien sisällä. Tällä tavoin se eroaa FBD:stä. Liitteenä on FBD:nä suoritettu pääohjelma (Plc_prg) ja itse tehtyjen toimintalohkojen TSS- ja VP-toimintalohkokaaviot.

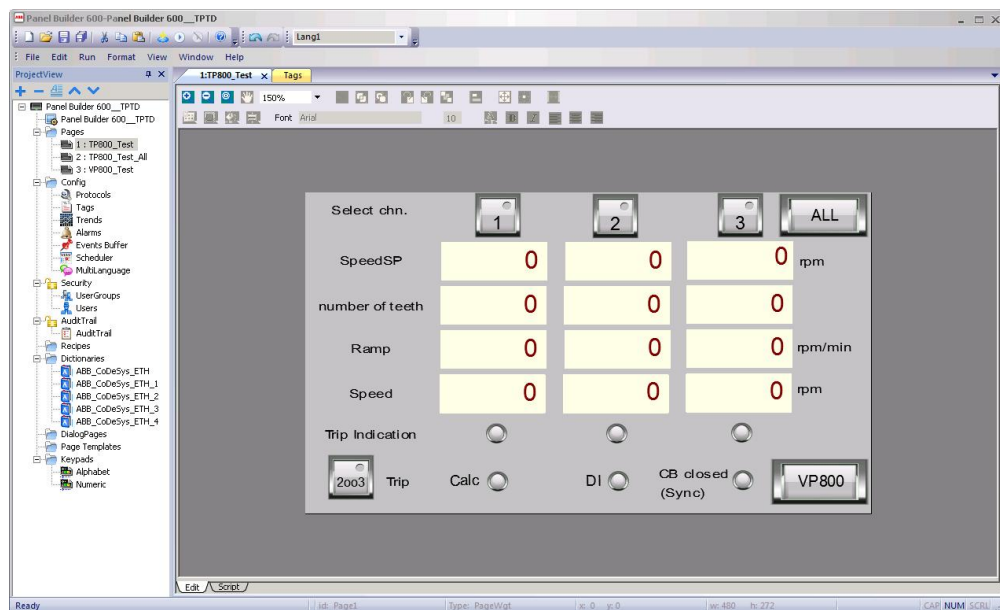
CoDeSys ympäristössä on myös visualisointiin tarkoitettu grafiikkaeditori, mutta tämän käyttö jäi vain kokeiluasteelle.



Kuva 9. CoDeSys-Ohjelmointiympäristö.

Paneelin ohjelmointiin tarkoitettu PB610 Panel Builder 600- ohjelma (**Kuva 10.**) oli itsenäinen ohjelmansa ja siksi asennettava erikseen. Kuitenkin kerran asennettua se integroitui hienosti Control Builder Plus ohjelmaan. Ohjelmointi tällä työkalulla oli helppoa. Ohjelma piti sisällään jo valmiiksi tehtyjä komponentteja, kuten painonappeja, indikointilamppuja, erilaisia trendinäyttöjä yms. Toki napit ym. voi halutessaan piirtää itsekin, mutta tässä työssä siihen ei ollut tarvetta. Ohjelmoijan työksi jäi vain komponenttien sijoittelu näytölle ja kohdistaa, esim. napin painallus oikeaan tagiin.

Control Builder Plussan puolelta käytetyt tagit saatiin helposti ajettua tiedostoon, jonka sitten pystyi lataamaan suoraan Panel Builderin puolelle. Itse ei tässäkään tapauksessa tarvinnut kirjoittaa osoitetta jokaiseen tagiin käsin, vaan hiirtä klikkaamalla tagit yhdistyivät haluttuun toimintaan.



Kuva 10. PB610 Panel Builder 600 ohjelmointiympäristö

6.3 Piirikaaviot

Piirikaaviot piirrettiin AutoCAD-ohjelmalla. AutoCAD on tunnetuimpia CAD (Computer Aided Design) eli tietokoneavusteisia suunnitteluohjelmistoja. Ohjelmaa valmistaa Autodesk Inc, joka julkaisi ensimmäisen version AutoCADistä jo vuonna 1982. AutoCAD on helppokäyttöinen yleissuunnitteluohjelma, joka on laajennettavissa monenlaisilla lisäosilla.

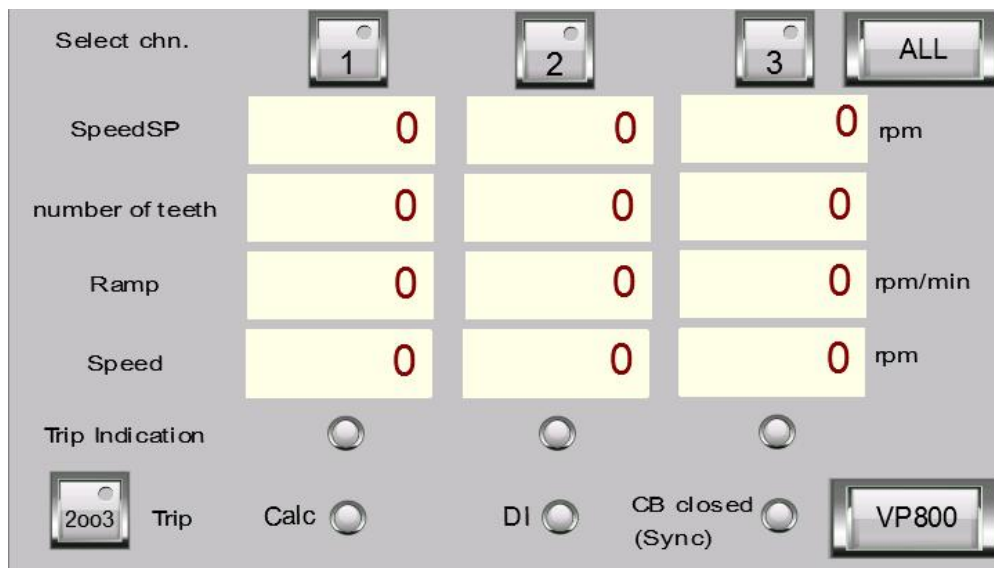
Piirikaaviot jännitteenjakelusta IO-korttien kytkentään löytyy liitteestä 7.

7 TESTILAITTEEN TOIMINTOJEN ESITTELY

Testilaitteen tuli suorittaa tiettyjä testejä perustuen TP800- ja VP800-moduuleiden toimintaan. Toiminnot on eritelty kahteen kappaleeseen, joissa toisessa kerrotaan TP800 liittyvät testit ja toisessa VP800 liittyvät testit.

7.1 Turbiinin ryntäyssuojatestit

Kuvassa 11 on esiteltynä ohjauspaneelin ryntäyssuojatestin näkymä. Ylhäältäpäin katsottuna ensimmäisellä rivillä on kanavan valintarivi (Select chn.). Rivillä on kolme painonappia numeroitu 1:sestä 3:seen ja 1 painonappi, jossa lukee ALL. Näistä numeroiduista painonapeista valitaan käytettävä kanava. Tarpeen mukaan voi kanavia olla käytössä yksi, kaksi tai kaikki kolme. Jos valitaan käyttöön kaikki 3 kanavaa, tulee jokaista kanavaa ohjata erikseen. Jos taas painetaan ALL-nappia avautuu Kuvan 12 näkymä paneelille. Tällöin kaikki 3 kanavaa tulee valituksi, mutta vain yhdestä kanavasta voi ohjata ja annetut arvot siirtyvät identtisinä jokaiseen 3:n kanavaan. Kuvan 12 näkymästä pääsee takaisin päänäyttöön (**Kuva 11**) painamalla TP800-nappia.



Kuva 11. Päänäyttö

Seuraavat 4 riviä on tarkoitettu kanavien ohjaamiseen. SpeedSP tarkoittaa haluttua pyörimisnopeutta. Tähän ruutuun syötetään haluttu pyörimisnopeus kierrosta/min eli rpm yksikössä.

Haluttu hampaiden lukumäärä syötetään riville number of teeth. Tässä täytyy olla aina jokin luku, jotta laite voisi toimia kappaleessa 3.3 esitetyn laskennan rpm:stä Hz:siksi takia.

Ramp-rivillä annetaan halutun rampin arvo rpm / minuutteina. Tämä tarkoittaa sitä, että jos SpeedSP:ksi olisi valittu 3000 rpm ja Rampiksi 3000 rpm/min nousisi kierroslukusimulaatio lopulliseen 3000 rpm arvoonsa minuutissa. Rampillakin täytyy olla jokin arvo toimiakseen.

Viimeisenä näistä neljästä rivistä on Speed. Tämä rivi indikoi todellista pyörimisnopeutta.

Käytännössä simulaation käynnistäminen tapahtuu seuraavanlaisella sekvenssillä. Ensiksi valitaan halutut kanavat. Simulaation käynnistys on ohjelmoitu niin, että se käynnistyy heti kun SpeedSP:n asetusarvo muuttuu, tämän takia on hyvä laittaa hampaiden määrä ja ramppiasetukset kuntoon ennen kuin haluttu pyörimisnopeus on laitettu SpeedSP:hen. Pyörimisnopeuden asetuksen jälkeen kanava tai kanavat lähtevät ajamaan nopeutta ylös rampin määräämällä nopeudella.

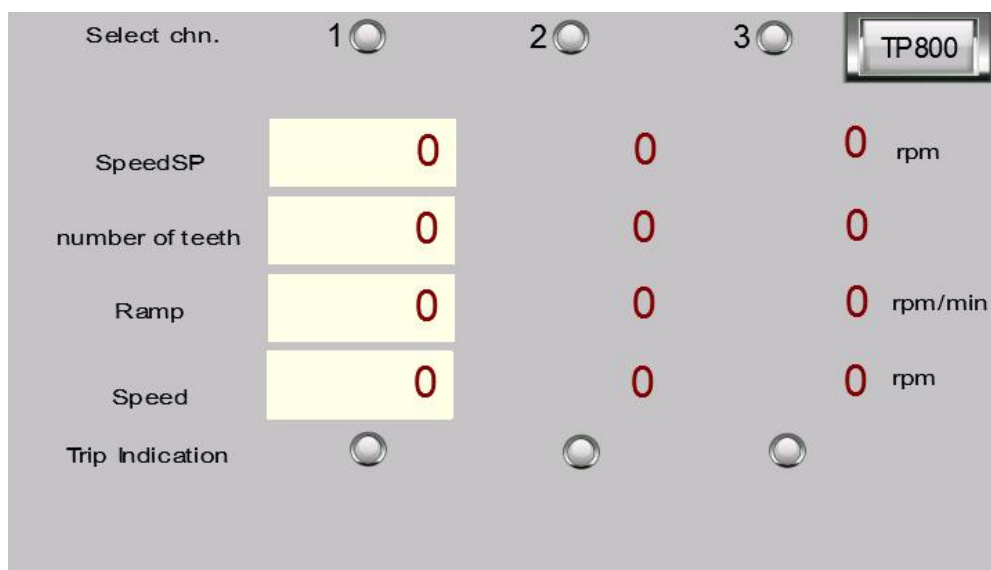
Trip Indication-rivillä on 3 merkkivaloa. Näiden tarkoitus on indikoida TP800-moduulilta tulevaa ylinopeussignaalia. Näihin syttyy punainen valo kun TP800 on havahtunut ja antaa signaalin testilaitteelle. Kanavat (vain kanavat joissa Trip lauenut) lähtevät myös pudottamaan nopeutta kaavan 1 perusteella. Tämä nopeuden pudotus simuloi turbiinin pysähtymistä luonnollisella tavalla.

$$y = y_0 e^{\frac{-x}{\tau}} \quad (1)$$

Ryntäyssuojassa TP800 on myös tällainen suojaustoiminto, että jos kanavan pudotessa välittömästi 0 rpm, ei se ajakaan turbiinia alas vaan jää edelleen pyörimään nopeudella 3000 rpm. Tämä siksi, että jos takaisinkytkentä vikaantuu, esim. johdon poikkeamisen/katkeamisen seurauksena, jää turbiini vielä pyörimään ajettulla

nopeudella. Siksi testilaitteen pyörimisnopeutta simuloiva signaali on ajettava alas rauhallisesti.

Pyörimisnopeussignaali lähenee kohti 0:a ja on täysin pysähtynyt noin minuutissa. Trip Indication-valo jää kuitenkin päälle ja sammuu vasta, kun kanavalle on asetettu uusi SpeedSP tai kun kanava otetaan pois päältä.



Kuva 12. Normaalin tilan simulointi.

Kaikkia kanavia ajettaessa (**Kuva 12.**) ei trip-signaali ajakaan nopeutta alas vaikka havahtuisinkin. Signaali kyllä indikoituu näytöllä punaisena valona, mutta tässä normaalin tilan simuloinnissa alasajo ei ole tarpeellinen.

Viimeisellä rivillä on 2 nappia 2oo3 ja TP800 sekä 3 indikointia Calc, DI sekä CB Closed (Sync). Näistä TP800 ja CB Closed (Sync) käsitellään luvussa 7.2

2oo3-napista laite menee kaksi kolmesta tilaan. Nyt alasajo ei tapahdukaan 1:n kanavan havahtuessa, vaan vasta 2:n kanavan lauetessa. Kyseinen 2oo3-konfiguraatio on esitetty kuvassa 13. Kuvasta nähdään myös, että 2/3 äänestys tapahtuu erillisessä ROM830-moduulissa. Moduulista ROM830 lähtee yksi kovavaroitettu signaali testilaitteelle. Tämä signaali indikoidaan näytöllä DI-valossa.

2oo3-äänestys tapahtuu ROM830-moduulissa ja vasta täältä tuleva signaali ajaa pyörimisnopeuden alas. Calc indikointiin on yhdistetty jokaiselta TP800-moduulilta

lilta tuleva havahtumissignaali. Tämäkin indikointi on päällä vain, jos kaksi kolmesta TP800-moduulista on lauennut. Jos kaikki on kunnossa pitäisi DI:n ja Cal-

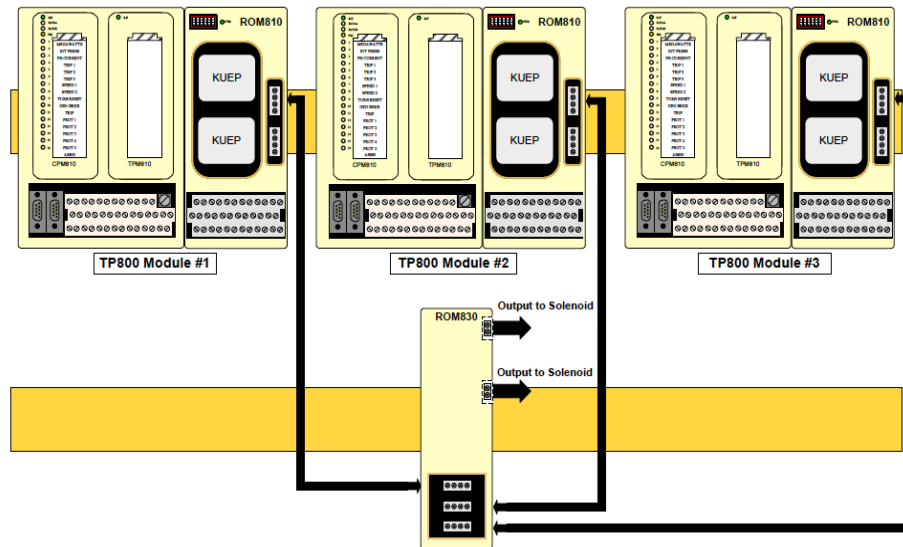


Figure 5-5 Zoo3 Configuration

Kuva 13. Kaksi kolmesta konfiguraatio.

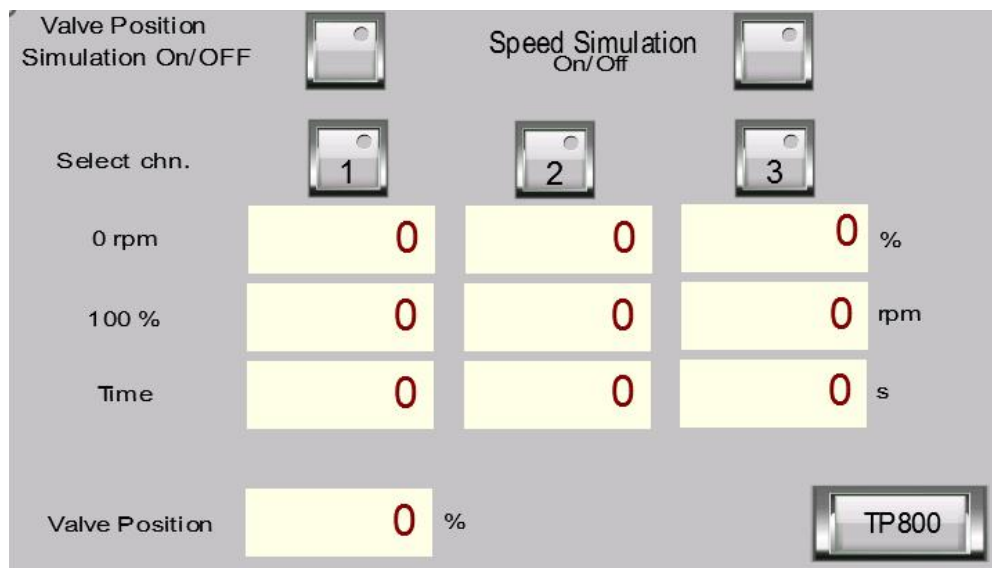
cin havahtua samalla hetkellä.

7.2 Venttiilinasemointitestit

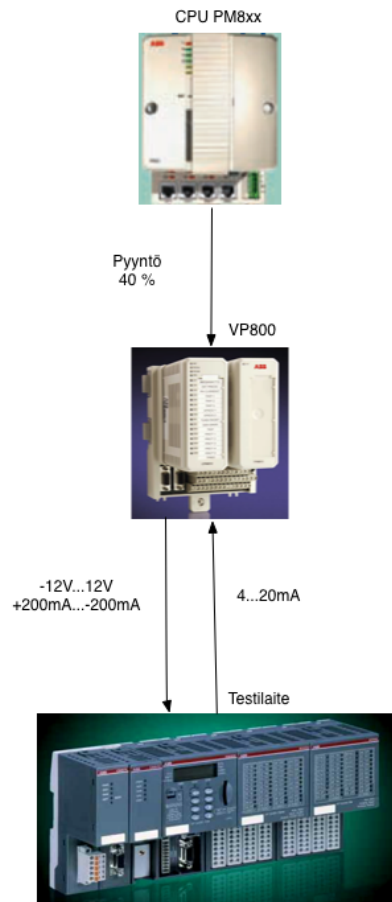
Venttiilinasemointitesteihin siirrytään päänäköymästä (**Kuva 11.**) painamalla VP800-painiketta. Painalluksen jälkeen kuvan 14 näkymä avautuu paneelille.

Ensimmäisenä testinä on Valve Position Simulation eli venttiilin asemoinnin simulaatio. Testi on käytännössä hyvin yksinkertainen. Säätäjältä (Tässä tapauksessa AC800-sarjan CPU) annetaan toimilaitetasennoittimelle (VP800) pyyntö, esim. aja venttiili 40 %. Toimilaitetasennoittimelta tämä pyyntö välitetään edelleen toimilaitteelle (jota tässä tapauksessa simuloi testilaitte) ± 12 V:n ja ± 200 mA:n signaalina. Nyt toimilaitte ajaisi venttiiliä pyydettyyn 40 %, joko eteen tai taakse riippuen senhetkisestä sijainnista. Toimilaitteelta tulee takaisinkytkentäsignaali venttiilin sijainnista (testilaitteen tapauksessa 4...20 mA:n signaalina) toimilaitetasennoittimelle. Kuvassa 15 havainnollistetaan tätä toimintaa toimintakaaviolla.

Valve Position Simulation On/OFF-napin ollessa päällä testilaite on valmis ottamaan vastaan tätä toimilaitteennoittimelta tulevaa signaalia. Simuloitu venttiilin asento näkyy prosentteina näytön vasemmassa alalaidassa.



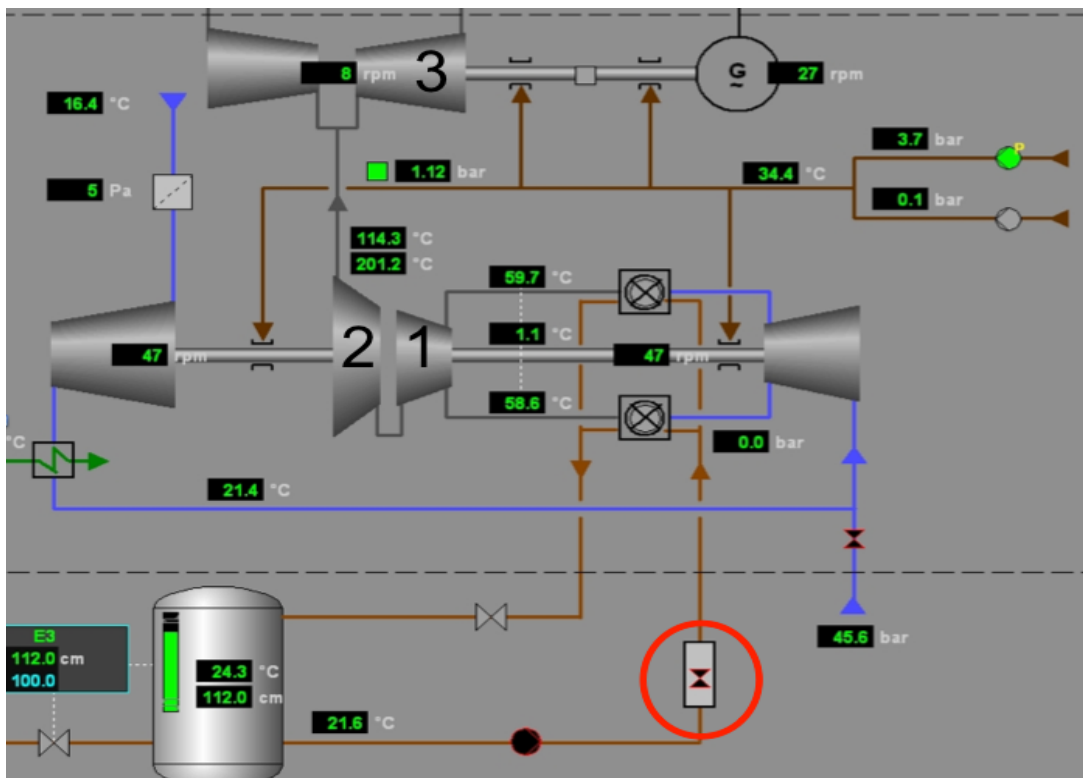
Kuva 14. Toimilaitteennoittimen näyttö.



Kuva 15. Venttiilin asennoinnin toimintakaavio

Kun Valve Position Simulation On/Off- ja Speed Simulation On/Off-painikkeet ovat molemmat painettuina, on testilaite siirtynyt tilaan, jossa simuloidaan turbiinin kierrosnopeutta venttiilin asentoon perustuen.

Kuvassa 16 on esitetty erään kaasuvoimalaitoksen valvomokuva. Kuvassa näkyy kolme turbiinityyppiä. Kohdassa 1 on korkeapaineturbiini, kohdassa 2 matalapaineturbiini ja kohdassa 3 voimaturbiini. Punaisen renkaan sisässä on polttoaineventtiili. Kyse on näiden kolmen turbiinin kierrosnopeuden simuloinnista polttoaineventtiilin asennosta riippuen.



Kuva 16. Valvomokuva kaasturbiinista

Kuvan 14 Select chn-rivillä valitaan montako turbiinia on käytössä. Esimerkki kuvan tapauksessa käytössä olisi kaikki 3 kanavaa. Turbiinien järjestyksen saa päättää itse, jos voimaturbiinin tahdistusta ei simuloida, mutta jos tahdistuskin simuloidaan, on voimaturbiinin oltava kanavassa 3.

Turbiinit eivät välttämättä lähde käyntiin välittömästi kun polttoaineventtiili avataan. Esimerkiksi korkeapaineturbiini voisi lähteä pyörimään, kun venttiiliä on avattu 5 %. Seuraavaksi matalapaineturbiini lähtee pyörimään, kun venttiili on päässyt aukeamaan 10 %. Ja lopuksi voimaturbiini käynnistyy, kun venttiili on auennut esim. 20 %. Ohjauspaneelin 0 rpm riville asetetaan juuri tämä käynnistyskohta prosentteina.

Seuraavalle riville asetetaan kierrosnopeus jonka turbiini ottaa, kun venttiili on täysin auki. Esimerkiksi, kun venttiili on 100 % auki, korkeapaineturbiini pyörii 5000 rpm, matalapaineturbiini 4000 rpm ja voimaturbiini 3000 rpm.

Viimeiselle riville asetetaan alipäästösuotimen arvo sekunteina. Tarkoituksena tässä on se, etteivät kierrosnopeudet voi seurata täysin orjallisesti venttiilin asentoa vaan ne tulevat suotimen arvon verran perässä, jäljitellen luonnollista toimintaa.

Nyt kun Speed Simulation On/Off painike on pohjassa, voi TP800-painiketta painamalla siirtyä takaisin päänäyttöön seuraamaan kierrosnopeuksia. Kierrosnopeudet on venttiilinasentoa seuraavassa tilassa, joten päänäytössä ei ole enää mahdollista asettaa SpeedSP:tä eikä Ramppia. Hampaiden määrä sen sijaan on vieläkin aseteltava laskennan takia.

Kun voimaturbiinin tahdistamiseen tarkoitettu generaattorin katkaisija menee kiinni, päänäytön CB Closed (Sync) indikointi syttyy ja voimaturbiinin pyörimisnopeutta simuloiva kanava 3 jää tahdistuksen määräämään pyörimisnopeuteen. Tämän jälkeen kanava seuraa venttiilinasentoon perustuvaa pyörimisnopeutta vasta kun tahdistus katkaisija aukeaa.

Jos ryntäyssuojat ovat vielä tässä vaiheessa kytkettynä laitteeseen ja asetettu suojan havahtumisnopeus ylitetään, näkyy se indikointina merkkivaloissa, mutta turbiineja ei ajeta alas.

Takaisin ryntäyssuojatesteihin pääsee palaamalla ensin VP800-näyttöön ja ottamalla Simulation On/Off ja Speed Simulation On/Off painikkeet pois päältä ja vielä painamalla TP800-painiketta.

8 LAITTEEN TOIMINNAN TESTAUS

Laitteen toiminnan testaus tapahtui 3:ssa vaiheessa. Ensimmäisen vaiheen testaus alkoi välittömästi, kun AC500-kokoonpano oli saatu kasaan ja jännitteenjakelu sekä väylät kytkettyä ja konfiguroitua. Tässä vaiheessa tutkittiin vain hardwaren toimintaa.

8.1 Hardware-testaukset

Hardwaren toiminnan testaus aloitettiin digitaalisten sisään- ja ulostulojen testauksella. 24 V:n jännitettä kytkettiin sisään tuleviin kanaviin kytkimen kautta ja tämän jälkeen todettiin kanavan toimivuus CoDeSys-ohjelmassa. Ulostulojen testauksessa avuksi tarvittiin vielä yleismittari, mittaamaan koskettimien kiinni meneminen.

Seuraavana vuorossa oli analogisten sisään- ja ulostulojen toiminnan testaus (AX521 Analog Input/Output moduuli). Testaus toteutettiin 4...20 mA signaalilla, koska tässä vaiheessa ei vielä ollut muita signaalivaihtoehtoja käytettävissä. 4...20 mA:a simuloiva mittari kytkettiin AX521-kortin sisäänantuloon, jonka jälkeen Control Builder Plus-ohjelmassa vastaavasti konfiguroitiin kortti ottamaan vastaan kyseistä signaalia. Tämän jälkeen mittarilta annettiin portaittain ylöspäin kasvavaa signaalia ja todettiin ohjelmassa, että kyseinen viesti tulee perille. Ulostulo testattiin samalla tavalla, mutta nyt mittari oli vastaanottamassa signaalia ja ohjelma määräsi signaalin suuruuden.

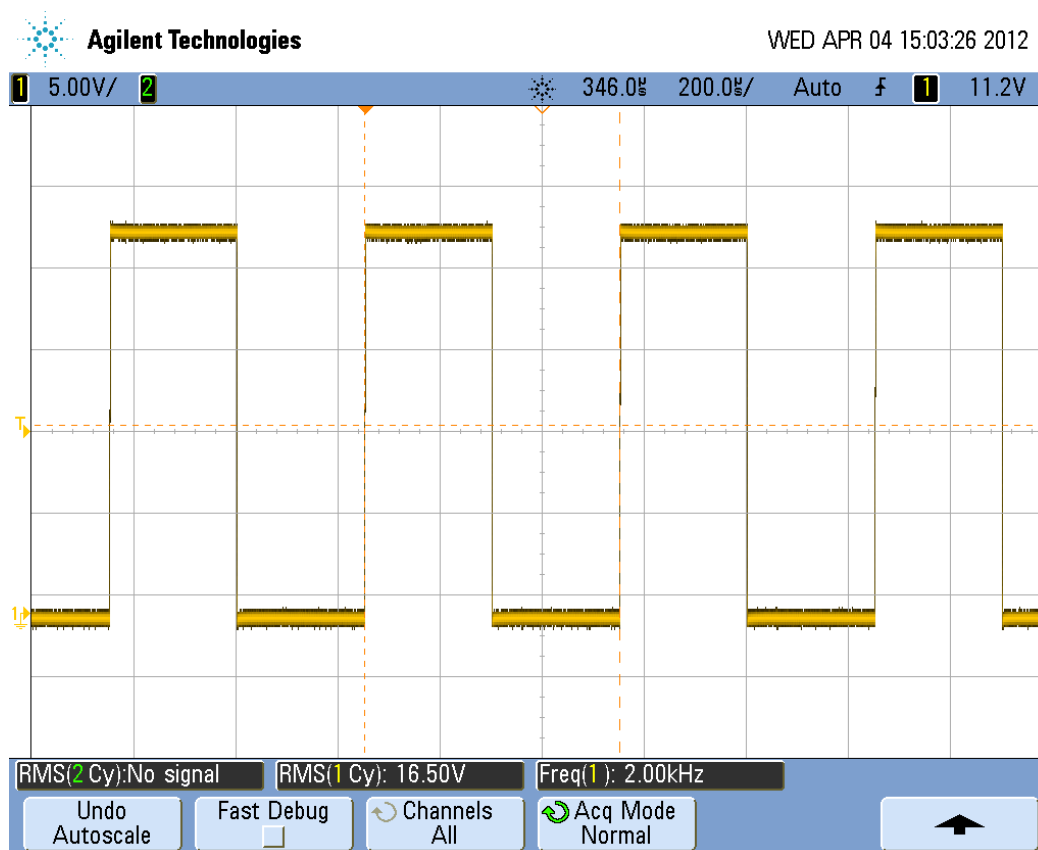
PWM-kortin (CD522) testauksessa joutui ohjelmoimaan hieman enemmän. Ohjelmassa tuli käyttää PWM-kortin mukana tuoman kirjaston ohjelmalohkoa, että signaali saatiin ulos kortilta. Testauslaitteiden rajallisuuden takia tiedettiin tässä vaiheessa vain, että laite antaa ulos pulssimaista signaalia. Se oliko signaali taa-juudeltaan sitä mitä pyydettiin, jäi vielä odottamaan varmistusta.

8.2 Signaalitestausta laboratoriossa.

Tässä vaiheessa oli jo ohjelmaa saatu jokin verran kirjoitettua ja testilaitetta pysytettiin ohjaamaan ohjauspaneelilta. Seuraavat testit suoritettiin Vaasan ammatti-korkeakoulun tiloissa Technobotnialla.

Ensimmäisenä vuorossa oli todistaa PWM-kortin oikea toiminnallisuus. Tässä vaiheessa tiedettiin, että jonkinlainen pulssimainen signaali tulee ulos, mutta taajuudesta ei ollut tietoa. Avuksi otettiin laboratorion löytyvä oskilloskooppi, johon kortin ulostulo kytkettiin.

Seuraavaksi asetettiin paneelilta pyörimisnopeuden arvon 3000 rpm ja hampaiden lukumäärän 40, jolloin taajuudeksi pitäisi tulla 2000 Hz:ä eli 2 kHz:ä. Oskilloskoopin mittaama taajuus (**Kuva 17.**) osoittaa sen, että PWM kortti syöttää oikein siltä pyydettyä taajuutta.



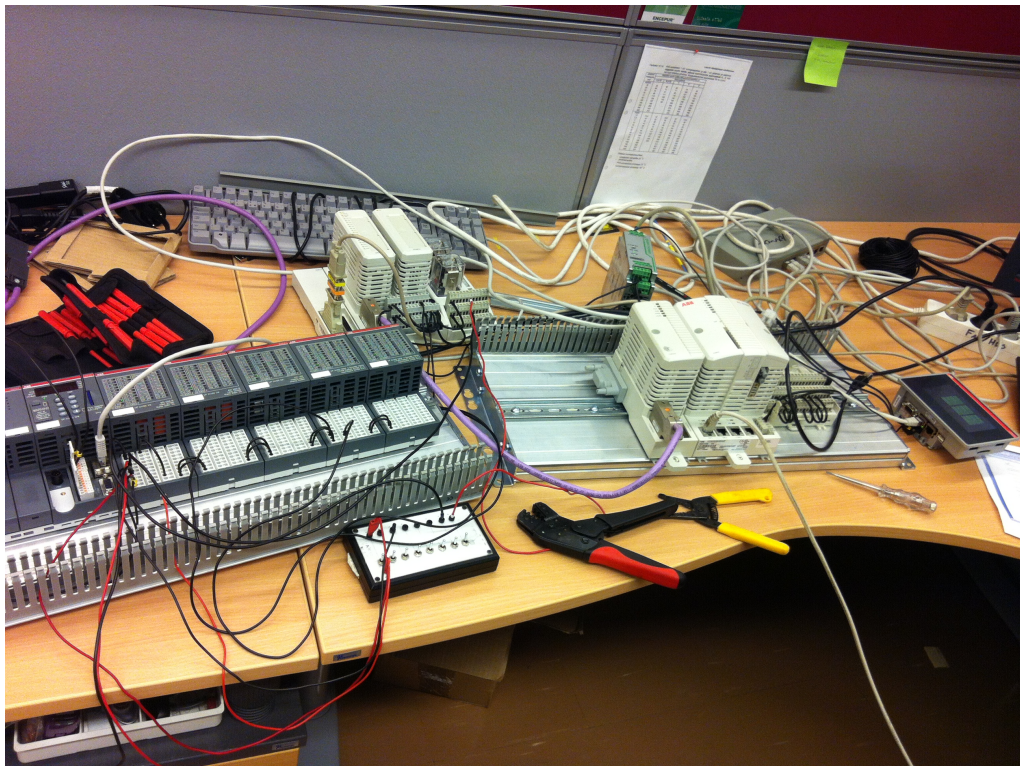
Kuva 17. Oskilloskooppikuvaa CD522 kortin syöttämästä taajuudesta

Seuraavaksi vielä lisättiin ja vähenttiin taajuutta mielivaltaisesti lopullisen päätöksen tekemiseksi.

Laboratoriossa tehtiin vielä ± 10 V:n jännitesignaalityesti, koska tiedettiin, että tällaista signaalia tarvitaan testilaitteessa. Tämä testi kohdistui AX521 sisääntulon testaamiseen. Testi toteutettiin samalla tavalla kuin aiemminkin, mutta nyt vain sisään otettiin ± 10 V:n signaalia.

8.3 Turbiinimoduulitestit

Viimeisenä vuorossa oli turbiinimoduulitestit. Tässä vaiheessa ohjelmoinnit ja parametroidut niin testilaitteen kuin testattavien laitteiden osalta olivat valmiina. Testikokoonpanossa oli TP800 moduuli, VP800 moduuli, PM8xx sarjan CPU ja tietysti testilaite (**Kuva 18**). PM8xx CPU:ta ohjattiin tietokoneella. Loput tarvittavista signaaleista simulointiin kytkinten kautta.



Kuva 18. Testikokoonpano. VP800 ei ole vielä kytkettynä.

Ensimmäisessä testausvaiheessa tehtiin kaikki ryntäyssuojaan liittyvät testit (testit löytyvät luvusta Testilaite).

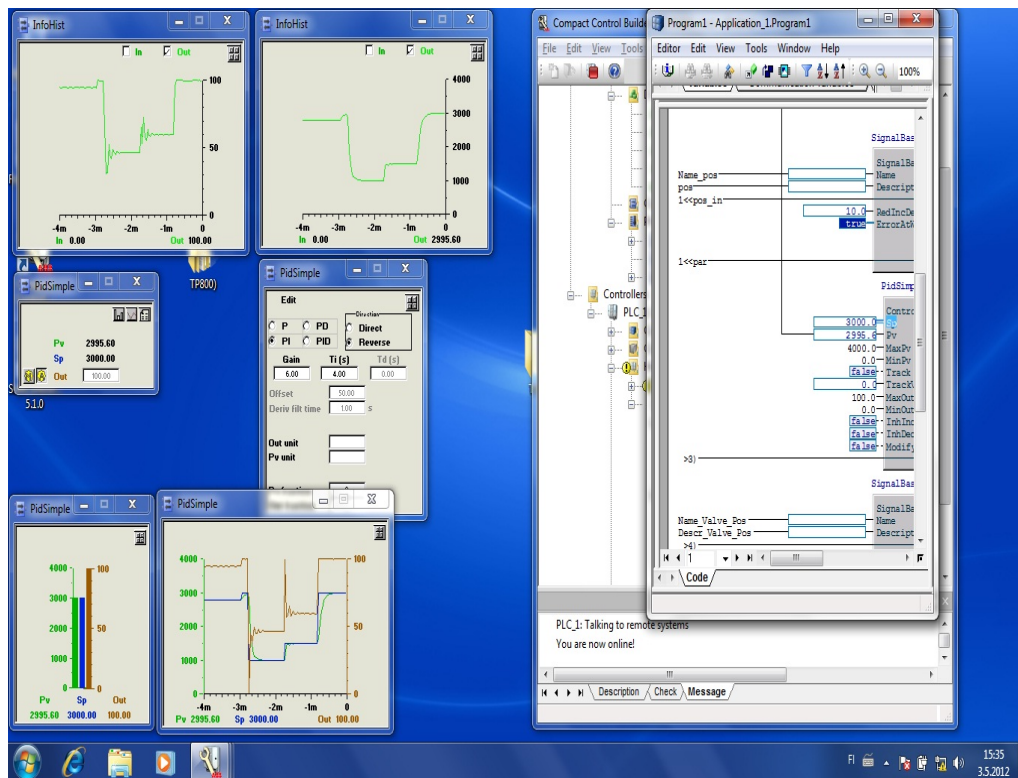
Ryntäyssuojatestauksen osalta laite toimi juuri niin kuin oli toimeksiannossa määritelty.

Myöskin toimilaitetasennointitestien osalta testilaitte toimi niin kuin oli sovittu. Kuvasta 20 voimme nähdä hieman tuloksia testauksesta, jossa testilaitteen toimilaitetta simuloiva osa ajoi pyörimisnopeutta haluttuun venttiilin aseman perusteella. Tässä testissä on mukana 1 kanava. Venttiilin asemaan viittaava trendi näkyy kuvan vasemmassa ylälaudassa ja sen vieressä oikealla on pyörimisnopeuden trendi.

Kuvan 20 ylälaudan trendeissä näkyy tilanne, jossa käyrät lähtevä jyrkästi laskuun. Tilanteessa on pyörimisnopeudelle asetettu uusi arvo, joka on 1000 rpm. Nopeus ja venttiilinasema lähtevät laskuun.

Venttiilin PID –säätäjän vahvistuksen arvo on liian suuri, joten se ajaa yli pyydetyn asennon, mutta korjaa tämän oikeaksi parin ylityksen jälkeen. Pyörimisnopeus sen sijaan seuraa sille asetettua alipäästösuotimen arvoa, eikä sen takia aja ylitse, vaan tasoittuu rauhallisesti 1000 kierrosta minuutissa.

Seuraavaksi sama toistuu pari kertaa, mutta nyt pyörimisnopeutta ajetaan ylöspäin.



Kuva 20. Testauskuvat.

9 LOPPUPÄÄTELMÄT

9.1 Hyödyt

Laitteen hyödyt perustuvat lähinnä siihen, että turbiinimoduulit saadaan luotettavasti testattua jo ennen kuin niitä ollaan käyttöönottamassa. Mahdolliset viat todetaan jo esimerkiksi tehdastestialueella, jolloin ne voidaan myös korjata. Tällöin kaiken pitäisi olla kunnossa käyttöönotossa, mikä puolestaan säästää aikaa ja rahaa.

Hyötyihin voidaan lukea myös se, että asiakkaat saavat itse olla mukana testatessa laitteita ja todeta niiden toimivuus.

Testilaitte tullaan sijoittamaan jonkinlaiseen salkkuun, jolloin sen voi tarpeen mukaan ottaa mukaan työkohteisiin.

9.2 Yhteenveto

Testilaitte saatiin toimimaan halutulla tavalla, mutta ajan puutteen takia opinnäytetyön ulkopuolelle jäi vielä laitteen kotelointi. Alunperin oli myös puhetta LVDT- tai RVDT-anturin kytkemisestä laitteeseen, mutta tämäkin jää odottamaan jatkokehitystä.

Kaikessa haastavuudessaan työ oli mielenkiintoinen ja opettava. Haastavaksi tätä työtä ei tehnyt ainoastaan aika vaan myös, 4 täysin vieraan laitteen käyttöönotto.

Siemensin S7 maailmaan tottuneena, testilaitteen AC500- sarjan komponenttien käyttöönottaminen tuntui helpoimmalta. Syy tähän oli se, että CoDeSys ohjelmointiympäristö muistutti hyvinkin paljon Siemensin vastaavaa.

Hämmästelävää on se, että ero ABB:n valmistamien AC500- ja AC800- sarjan välillä on kuin yöllä ja päivällä. Molempien ohjelmointikielet perustuivat IEC-61131-3 standardiin, joten näissä ei ollut suuria eroja. Ohjelmointi ja konfigurointi sen sijaan erosi merkittävästi.

TP800- ja VP800-moduulit sitten taas olivat aivan oma lukunsa. Kaikkien päivitysten, dippikytkinten, jumppereiden, GDS tiedostojen, HWD tiedostojen ym. kuntoon laittamisen jälkeen, jäljelle jäi vielä parametriviidakko. Näiden moduulien pystyyn laittaminen testausta varten ottikin ison osan ajasta.

Itse testaus onnistui erittäin helposti. Pienellä ohjelmanpätkällä AC800:sen puolella saatiin testattua ja todettua trendien muodossa testilaitteen toimivuus.

Jatkokehitystäkin on laitteelle jo alettu suunnitella. Esille on tullut mm. TP800- ja VP800 moduuleiden erilaisten signaalihäiriöiden indikointi. Turbiinin pyörimisnopeuden vaikutuksesta generaattorin syöttämään tehoon testeistä on ollut myös puhetta.

The testing device developed by Mr. Ilkka Ista will be used to further enhance our services related to turbine control in the form of improved quality verification during the in-house testing phase of turbine control projects.

Peter Huggare
LBU Technology Manager - I&C
ABB Power Generation, Finland

LÄHTEET

Elektroniset julkaisut

/1/ ABB Oy, Viitattu 5.5.2012

<http://www.abb.fi/cawp/fiabb251/657dfdef6e344cc7c1256b20003149ae.aspx?v=ED92&leftdb=global/FIABB/FIABB251.NSF&e=fi&leftmi=34d5930bfd44ace0412567a2003a70c5>

/2/ WIKIPEDIA, Viitattu 5.5.2012

<http://fi.wikipedia.org/wiki/Kaasuturbiini>

Artikkelit

/3/ Huggare, P. 2009. Uusi TG800-turbiinisäätöratkaisu toimii itsenäisenä tai integroituna. Power & Automation, 1, 1, 24

System 800xA for Power Generation

TP800 – Turbine Protection

800 Series Turbine Modules



General	
Microprocessors	MCF5272 with 16 MB Flash, 25 MHz, 16 MB DRAM
System Communications	Profibus DP V0
Module Mounting	Each module occupies one slot in a Termination Base Unit (TBUB10)
I/O Termination	Termination Base Unit (TBUB10)
TBUB10 Cabinet Mounting	Standard 35mm DIN Rail
TU Terminal Blocks	24A/250V Compression: 0.2–4 mm ² [solid] / 0.2–2.5 mm ² [stranded] / 24–12 AWG
Operating	
Low Voltage (LV1-6)	Up to 48 volts
High Voltage (HV1-2)	Up to 150 VAC/VDC
Digital Inputs (DI1-2)	Up to 150 VAC/VDC
Digital Output (DO1-6)	Dry Relay Contact (2-Form C) 3A @ 150 VDC / 5A @ 120 VAC
Electrical	
Module Normal Operating (No Field I/O)	+24 VDC ±5% @ 0.21 A Typical +24 VDC ±5% @ 0.3 A Maximum
Module Consumption	5.0 W Typical 7.2 W Maximum
Field I/O	+24 VDC (fused @ ½ amp)
ROMB10 Normal Operating (No Field I/O)	+24 VDC ±5% @ 0.02 A Typical De-Energized (Both Coils)
	+24 VDC ±5% @ 0.17 A Typical Energized (Both Coils)

Environmental	
TUV	This product complies with Functional Safety Standard under IEC/EN 61508 SIL3.
IEC/EN 61508 SIL3 (Safety Integrity Level 3)	
CE Mark (pending)	This product, when installed in a cabinet, was designed to comply with the following Directives/Standards for CE Marking. EN50082-2 Generic Immunity Standard - Part 2: Industrial Environment EN61010-1 Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control and Laboratory Use - Part 1: General Requirements
EMC96 Directive (89/336/EEC)	
Low Voltage Directive (73/23/EEC)	
Certifications (pending)	This card was designed for use as process control equipment in an ordinary (non-hazardous) location.
Canadian Standards Association (CSA)	
Ambient Temperature	0° to 55° C (32° to 131° F)
Humidity	5% to 90% RH (±5%) up to 55°C (non-condensing) 5% to 40% RH (±5%) up to 70°C (non-condensing)
Atmospheric Pressure	Sea level to 3 km (1.86 miles)
Air Quality	Non-corrosive
Installation Category	Category II per ANSI/ISA-S82.01-1994
Performance	
Speed Input Precision	Full Cycle Average (reported via Profibus) 0.1 Hz (0 – 4000 Hz) 0.25 Hz (4000 – 12000 Hz) Internal Protection Functions 0.25 Hz (0 – 12000 Hz)
Speed Update Rate	Full Cycle Average (reported via Profibus): 4 ms Full Cycle Average Internal Protection Functions 4 ms
Analog Input Precision	0.26% Full Scale
Analog Input Update Rate	20 ms
Digital Input Update Rate	10 ms
Digital Output Update Rate	4 ms
Profibus Process Variables In	20 ms
Overspeed Trip	< 8 ms (measured at I/O terminals, from speed input to relay driver output)
Overspeed Protection	< 12 ms (measured at I/O terminals, from speed input to relay driver output)
Trip Anticipator Protection	< 18 ms (measured at I/O terminals, from speed input to relay driver output)
Load Drop Anticipation	< 18 ms (measured at I/O terminals, from digital input to relay driver output)
Power Load Imbalance	TBD
Acceleration Protection	TBD

Document ID

For more information please contact:

ABB Ltd.
Business Unit Power Generation
P.O. Box 8131
8050 Zürich
SWITZERLAND
Phone: +41 (0) 43 317-5380
Fax: +41 (0) 43 317-5382
Internet: www.abb.com/powergeneration

Local ABB Unit Address

System 800xA for Power Generation

VP800 – Valve Positioner

800 Series Turbine Modules



General	
Microprocessors	MCF5272 @ 25 MHz, with 16 MB Flash, 16 MB DRAM DSP56F807 @ 80 MHz, with 140 KB Flash, 12 KB RAM
System Communications	Profibus DP
Module Mounting	Each module occupies one slot in a Termination Base Unit (TBU810)
I/O Termination	Termination Base Unit (TBU810)
TBU810 Cabinet Mounting	Standard 35mm DIN Rail
TU Terminal Blocks	24A/250V Compression: 0.2–4 mm ² [solid] / 0.2–2.5 mm ² [stranded] / 24–12 AWG
Operating	
Low Voltage (LV1-6)	Up to 12 V _{peak}
High Voltage (HV1-2)	Up to 12 VDC, 200 mA
Digital Inputs (DI1-2)	24 VDC
Digital Output (DO1-6)	Dry Relay Contact (2-Form C) 3A @ 150 VDC / 5A @ 120 VAC
Electrical	
Module Operating (No Field IO)	+24 VDC ±5% @ 500 mA Typical (One Coil) +24 VDC ±5% @ 700 mA Maximum (Two Coils)
Module Consumption	12 W Typical (One Coil) 16.8 W Maximum (Two Coils)
Field I/O Power via TBU810	+24 VDC (fused @ 1% amp)
ROM810 Operating (No Field IO)	+24 VDC ±5% @ 0.02 A Typical De-Energized (Both Coils) +24 VDC ±5% @ 0.17 A Typical Energized (Both Coils)

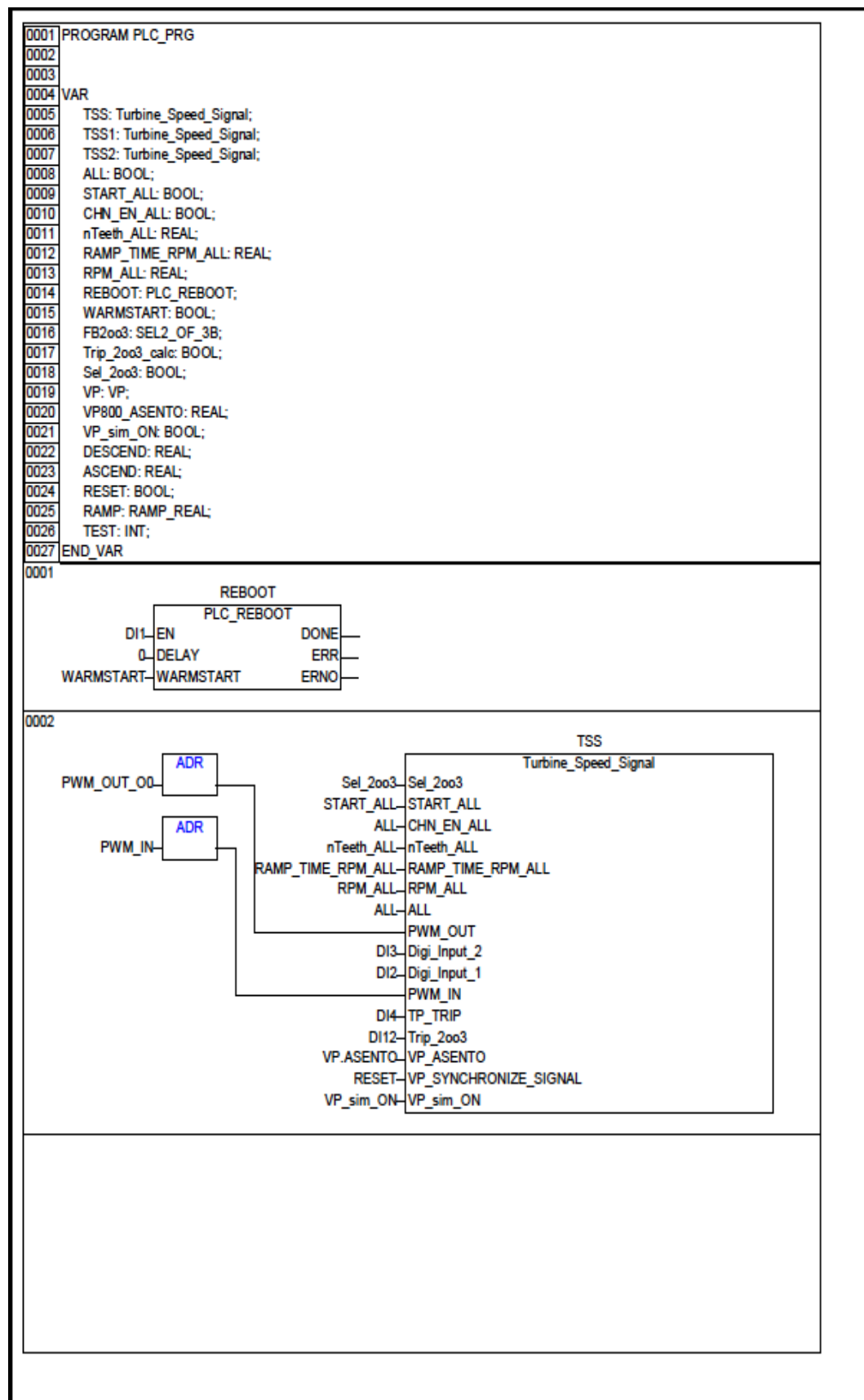
Performance	
Coil Output Precision	12 bits, 5.859 mV per bit, ± 12 V full scale
Position Input Precision	12 bits, 0.806 mV per bit, 3.0 V full scale
Time From Demand Change To Valve Movement	1 ms Typical
Valve Movement	2.1 ms Maximum
Profibus Input Update Rate	1 ms
Profibus Output Update Rate	50 ms
DSP Communication Rate	2 ms
DSP Control Process Rate	0.1 ms
Manual Mode Movement Rate	2.5 % / s
Environmental	
CE Mark (pending)	This product, when installed in a cabinet, was designed to comply with the following Directives/Standards for CE Marking.
EMC96 Directive (89/336/EEC)	EN50082-2 Generic Immunity Standard - Part 2: Industrial Environment
Low Voltage Directive (73/23/EEC)	EN61010-1 Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control and Laboratory Use - Part 1: General Requirements
Certifications (pending)	This card was designed for use as process control equipment in an ordinary (non-hazardous) location.
Canadian Standards Association (CSA)	
Ambient Temperature	0° to 55° C (32° to 131° F)
Humidity	5% to 90% RH ($\pm 5\%$) up to 55°C (non-condensing)
	5% to 40% RH ($\pm 5\%$) up to 70°C (non-condensing)
Atmospheric Pressure	Sea level to 3 km (1.86 miles)
Air Quality	Non-corrosive
Installation Category	Category II per ANSI/ISA-S82.01-1994

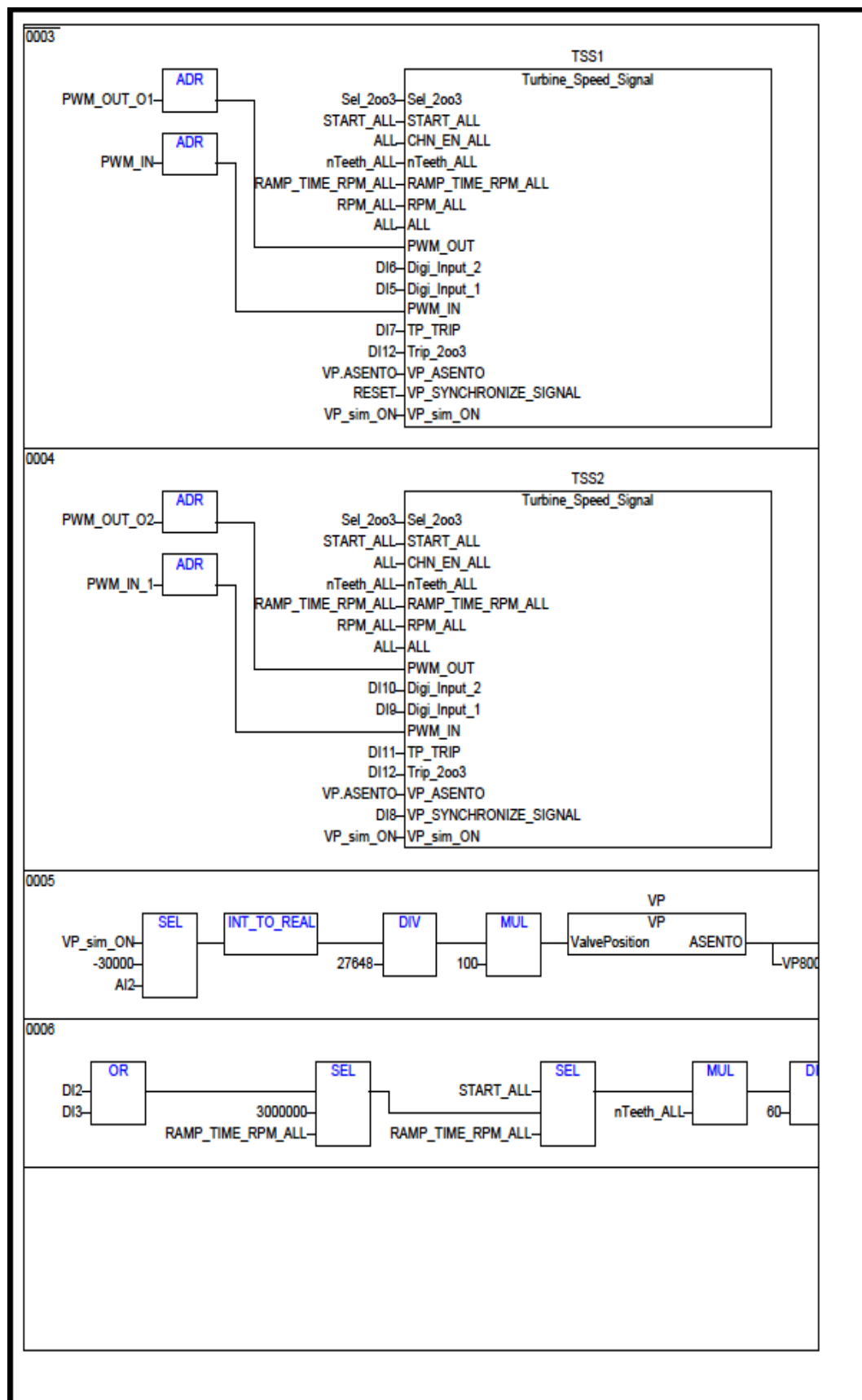
Document ID

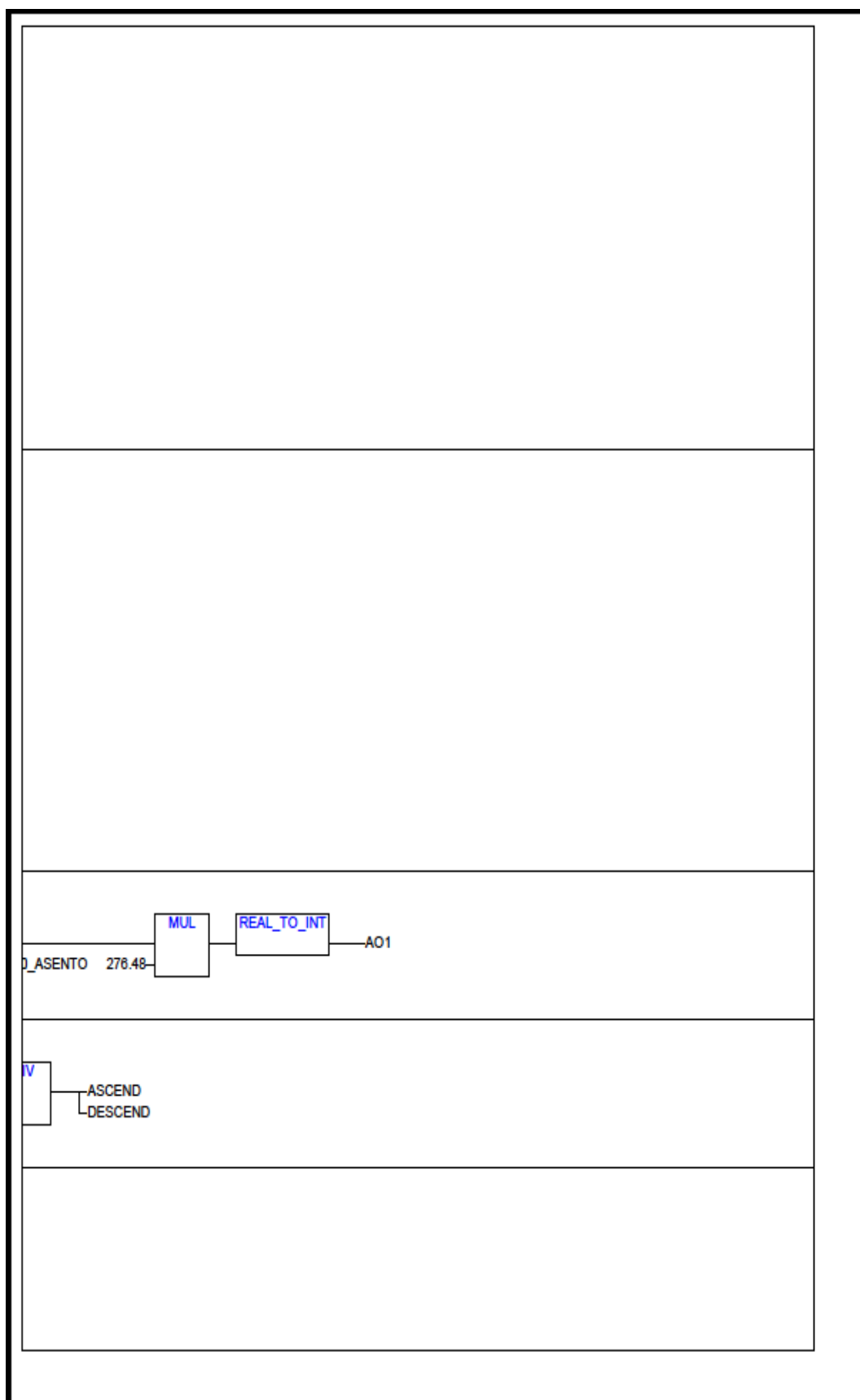
For more information please contact:

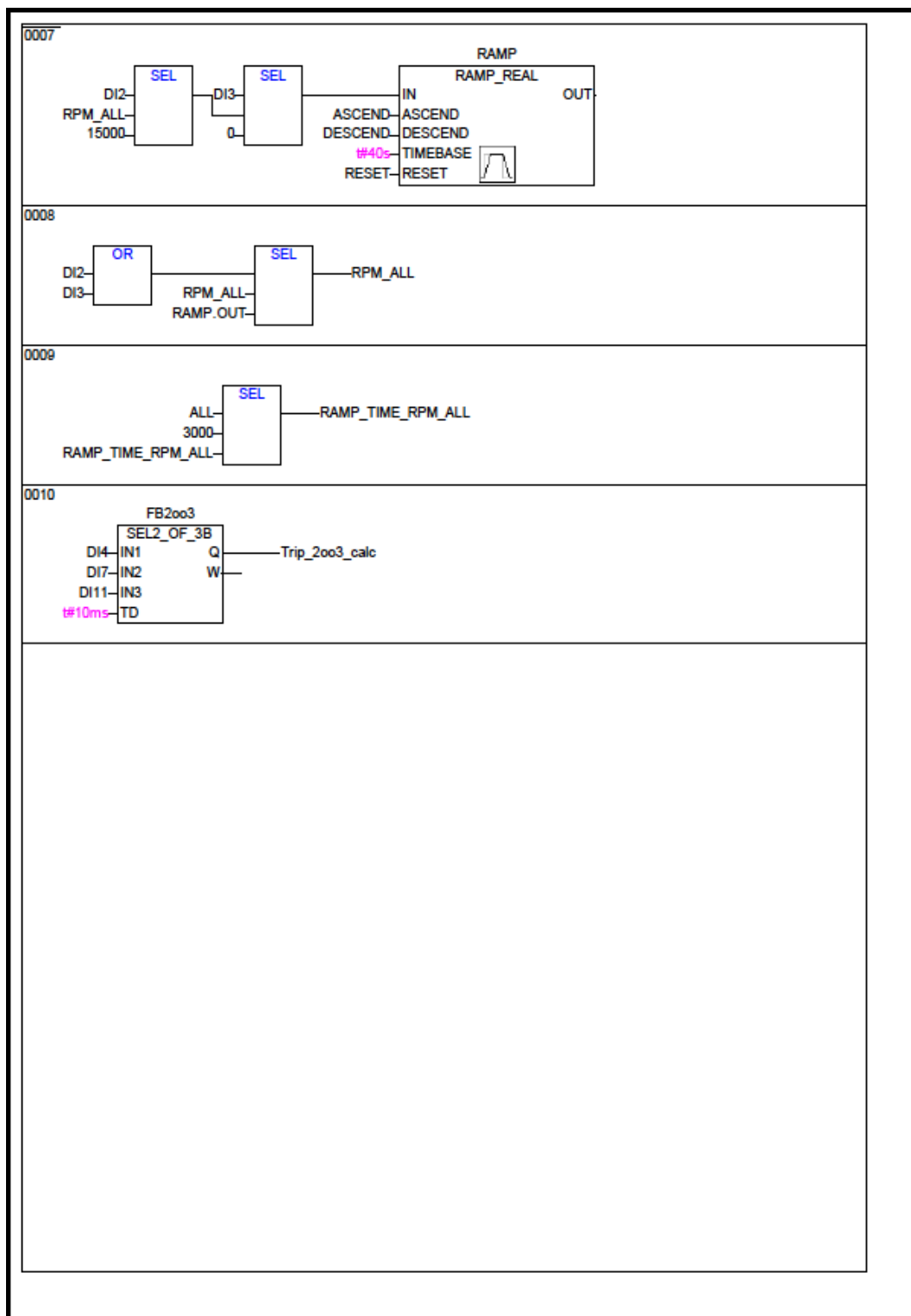
ABB Ltd.
Business Unit Power Generation
 P.O. Box 8131
 8050 Zürich
 SWITZERLAND
 Phone: +41 (0) 43 317-5380
 Fax: +41 (0) 43 317-5382
 Internet: www.abb.com/powergeneration

Local ABB Unit Address





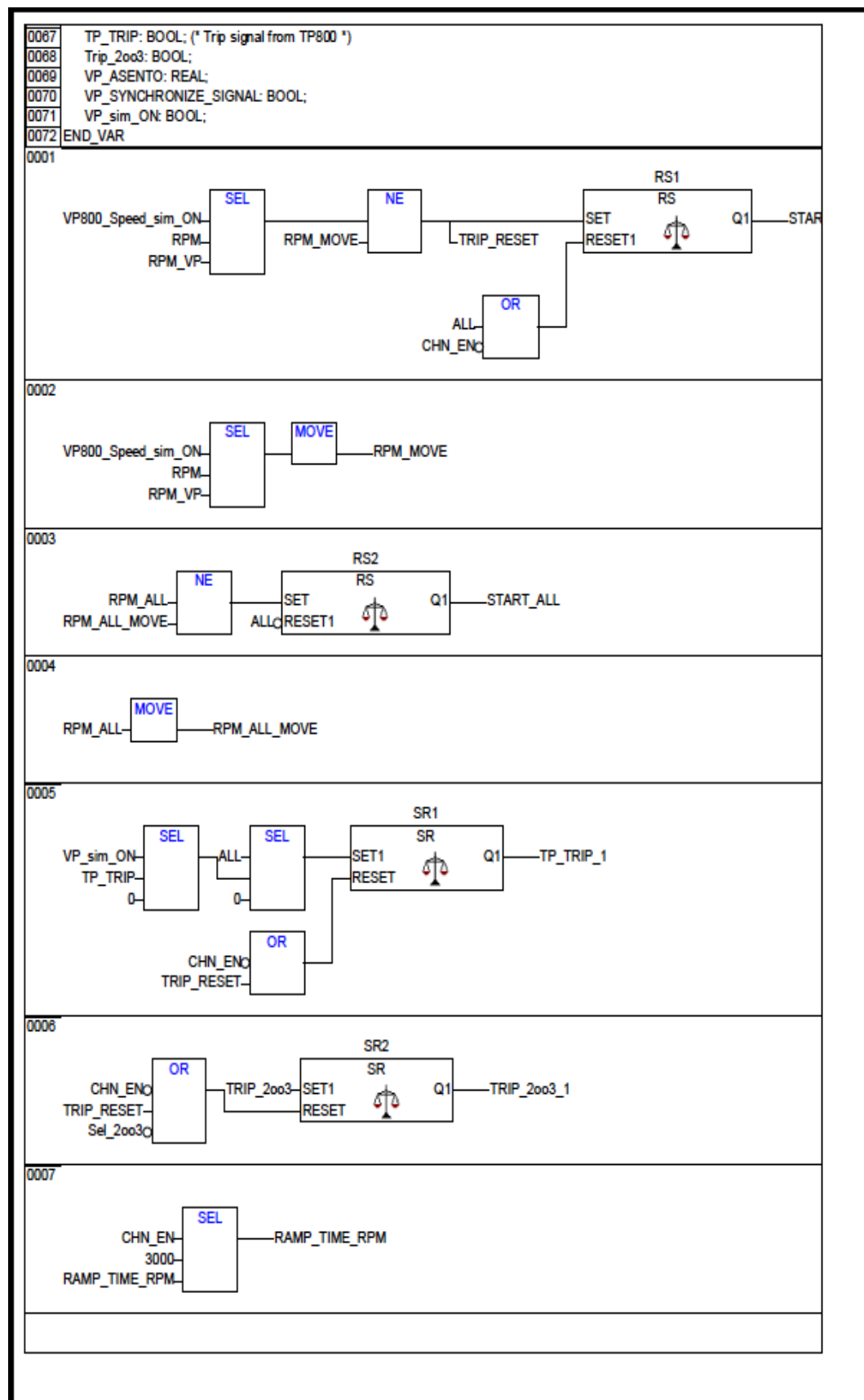


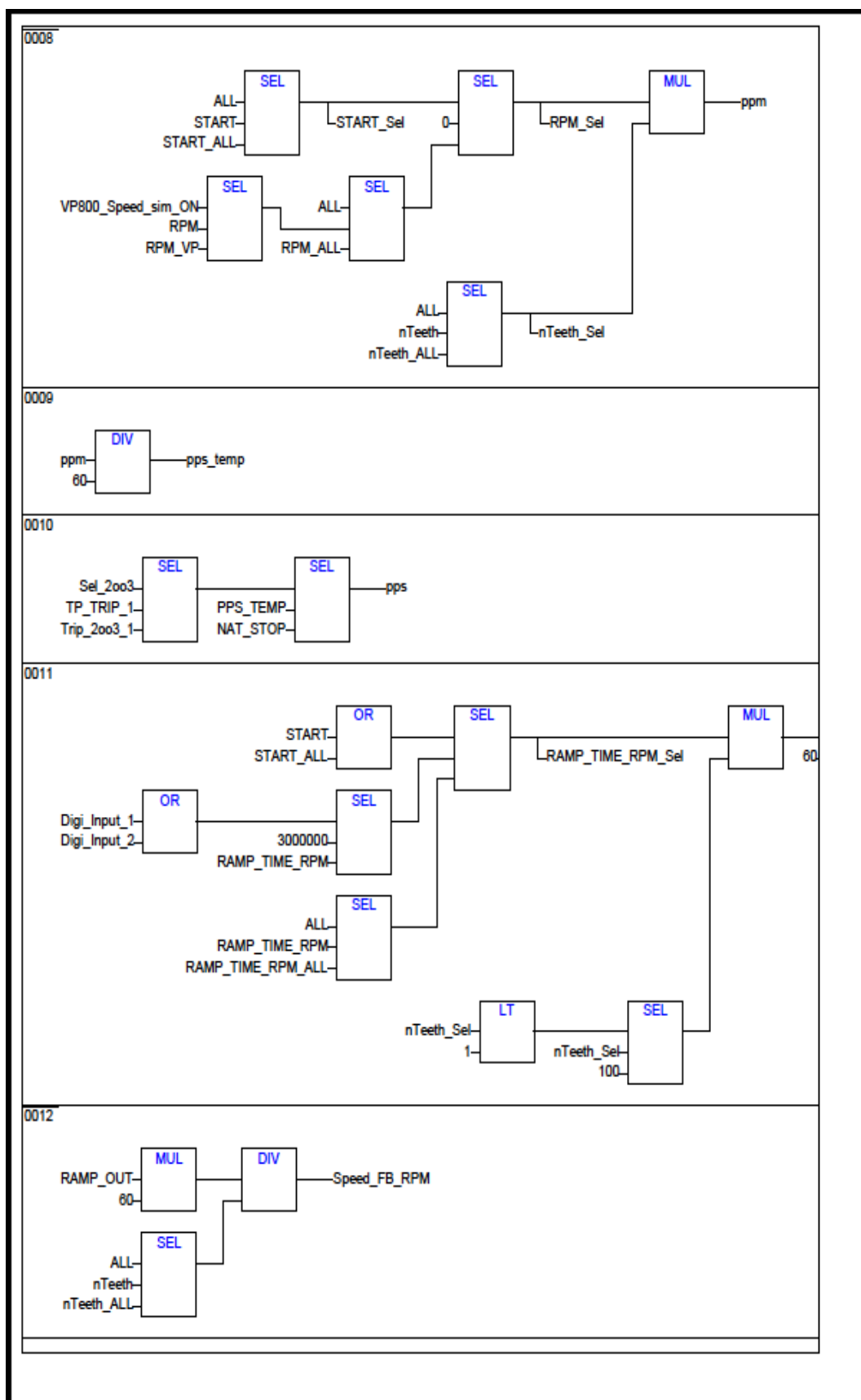


```

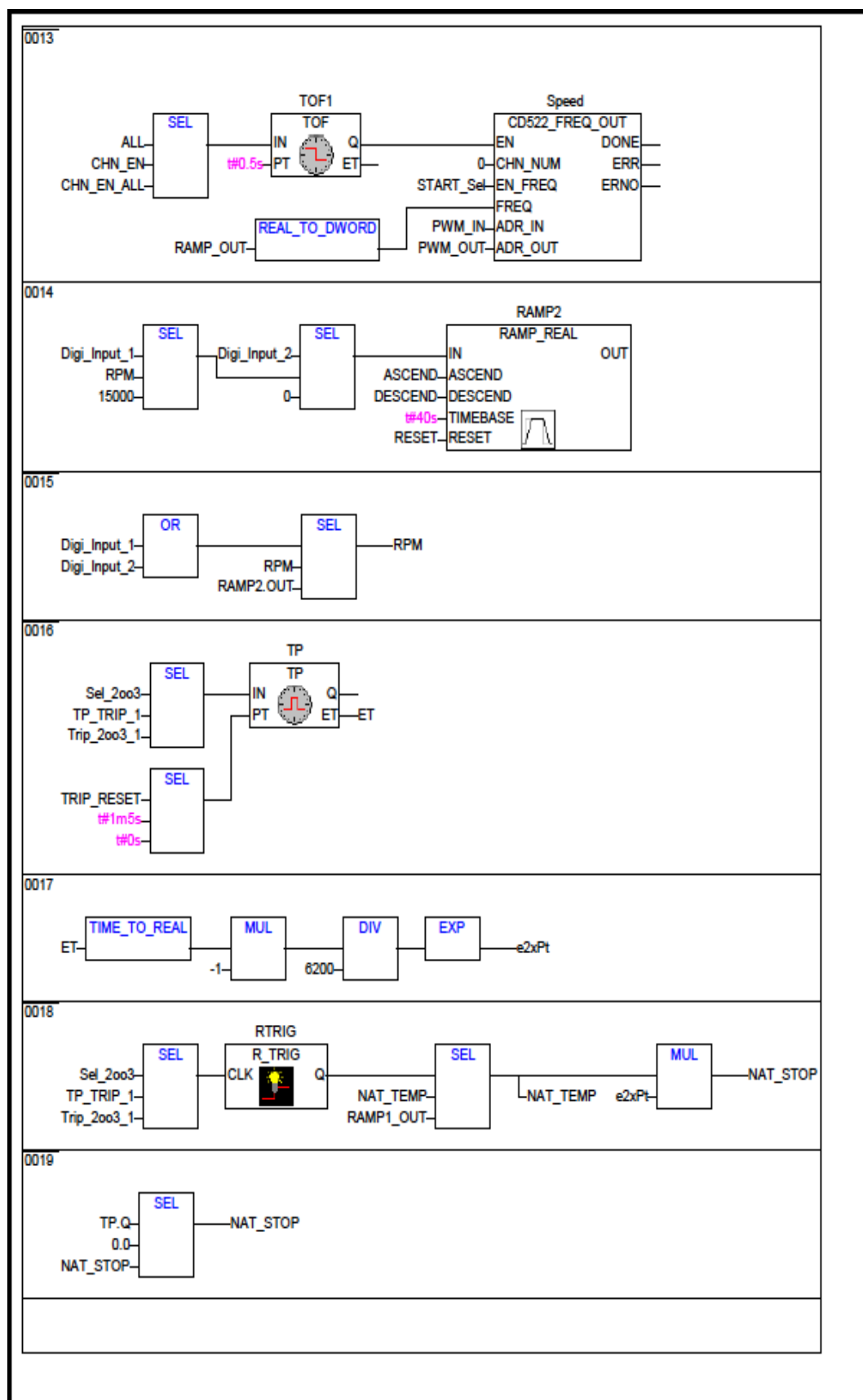
0001 FUNCTION_BLOCK Turbine_Speed_Signal
0002
0003 VAR
0004   RPM: REAL; (* REVISION PER MINUTE (PANEL WRITES IN THIS TAG) *)
0005   Speed: CD522_FREQ_OUT;
0006   RAMP_OUT: REAL;
0007   CHN_EN: BOOL;
0008   RAMP1: RAMP_REAL;
0009   pps: REAL; (* PULSE PER SECOND *)
0010   ppm: REAL; (* PULSE PER MINUTE *)
0011   nTeeth: REAL; (* NUMBER OF TEETHS (PANEL WRITES IN THIS TAG) *)
0012   RESET: BOOL;
0013   START: BOOL; (* ASSIGN START COMMAND FROM PANEL TO THIS TAG *)
0014   RAMP2: RAMP_REAL;
0015   RAMP_TIME_RPM: REAL;
0016   ASCEND: REAL;
0017   DESCEND: REAL;
0018   e2xPt: REAL; (*  $e^{-x/\tau}$  *)
0019   NAT_STOP: REAL; (* Natural Stop *)
0020   TP: TP;
0021   ET: TIME;
0022   Speed_FB_RPM: REAL;
0023   nTeeth_Sel: REAL;
0024   RPM_Sel: REAL;
0025   RAMP_TIME_RPM_Sel: REAL;
0026   START_Sel: BOOL;
0027   SR1: SR;
0028   RPM_MOVE: REAL;
0029   RS1: RS;
0030   RPM_ALL_MOVE: REAL;
0031   RS2: RS;
0032   TOF1: TOF;
0033   TRIP: BOOL;
0034   TRIP_RESET: BOOL;
0035   RTRIG: R_TRIG;
0036   NAT_TEMP: REAL;
0037   RAMP1_OUT: REAL;
0038   PPS_TEMP: REAL;
0039   RTRIG2: R_TRIG;
0040   SR2: SR;
0041   TP_TRIP_1: BOOL;
0042   VP800_ON: BOOL;
0043   TRIP_2oo3_1: BOOL;
0044   VP0: REAL;
0045   RPM_VP: REAL;
0046   FILT_TIME: REAL;
0047   FILT1: FILTER_I;
0048   FILT_I_TO_REAL: REAL;
0049   RPM_VP_MAX: REAL;
0050   VP800_Speed_sim_ON: BOOL;
0051   VP800_Speed_sim_ON_NEG: BOOL;
0052   RPM_SYNC: REAL;
0053   RPM_VP_TEMP: REAL;
0054 END_VAR
0055 VAR_INPUT
0056   Sel_2oo3: BOOL;
0057   START_ALL: BOOL;
0058   CHN_EN_ALL: BOOL;
0059   nTeeth_ALL: REAL;
0060   RAMP_TIME_RPM_ALL: REAL;
0061   RPM_ALL: REAL;
0062   ALL: BOOL;
0063   PWM_OUT: POINTER TO structCD522Out;
0064   Digi_Input_2: BOOL; (* - REV Manual *)
0065   Digi_Input_1: BOOL; (* + REV Manual *)
0066   PWM_IN: POINTER TO structCD522In;

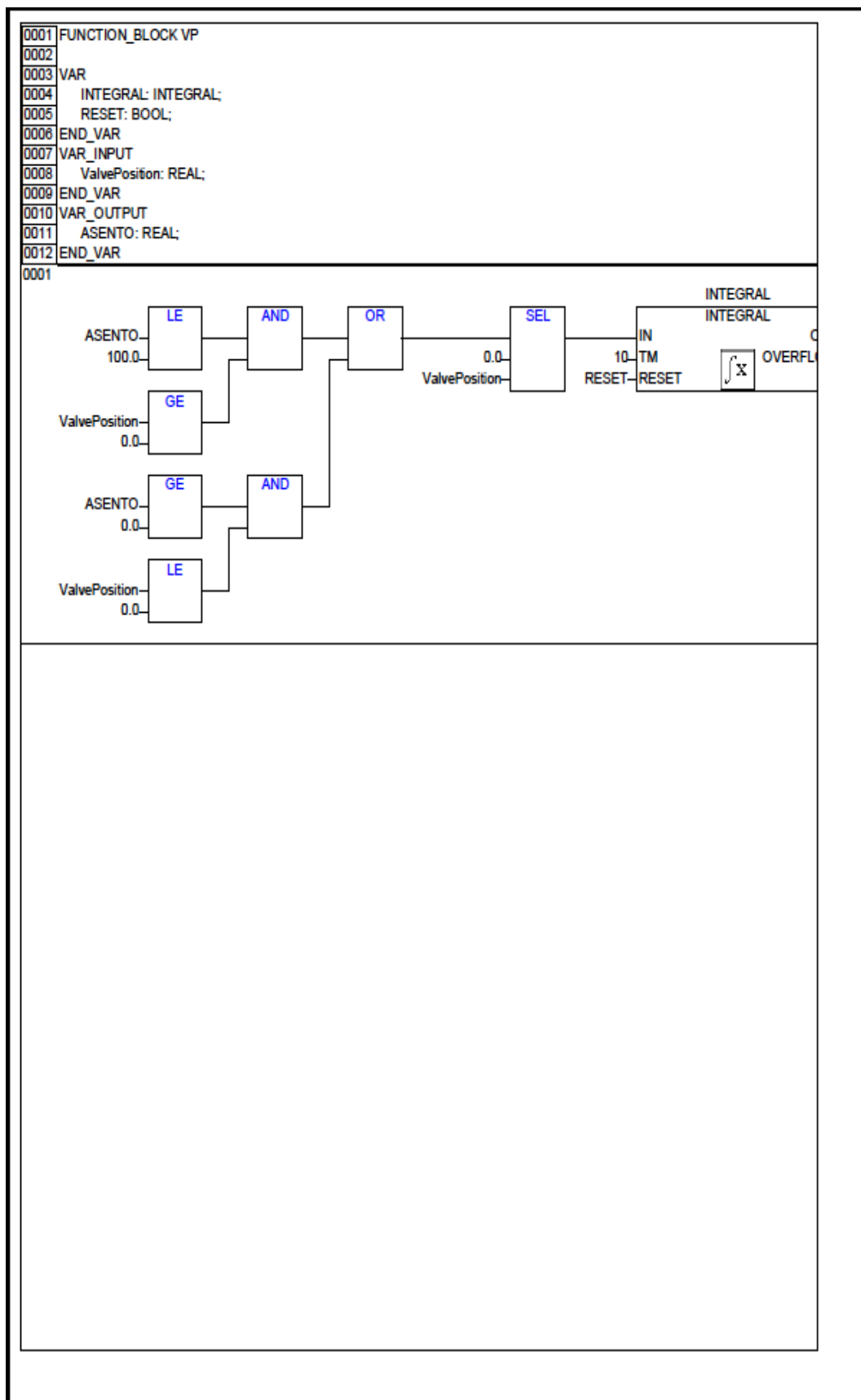
```





<div><div>DIV</div><div>ASCEND</div><div>DESCEND</div></div>





<div><div>OUT</div><div>OW</div></div>	ASENTTO

